



TUGAS AKHIR - MO 141326

ANALISIS PERCEPATAN DURASI PEMBANGUNAN DERMAGA: STUDI KASUS PT. MULTI BAJA INDUSTRI

FAJAR SYUHADA

NRP. 4310 100 037

Dosen Pembimbing:

Silvianita, ST., M.Sc., Ph.D

Ir. Arief Suroso, M.Sc

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2015



FINAL PROJECT - MO 141326

ANALYSIS OF ACCELERATION IN PROJECT DURATION OF JETTY CONSTRUCTION: CASE STUDY AT PT. MULTI BAJA INDUSTRI

FAJAR SYUHADA

NRP. 4310 100 037

Supervisor:

Silvianita, ST., M.Sc., Ph.D

Ir. Arief Suroso, M.Sc

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2015

ANALISIS PERCEPATAN DURASI PEMBANGUNAN DERMAGA: STUDI KASUS PT. MULTI BAJA INDUTRI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FAJAR SYUHADA

NRP.4310100037

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Silvanita, ST., M.Sc., Ph.D. (Pembimbing I)

2. Ir. Arief Suroso, M.Sc. (Pembimbing II)

SURABAYA, JANUARI 2015

ANALISIS PERCEPATAN DURASI PEMBANGUNAN DERMAGA: STUDI KASUS PT. MULTI BAJA INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Fajar Syuhada
NRP : 4310 100 037
Jurusan : Teknik Kelautan FTK – ITS
Dosen Pembimbing : Silvianita, ST, M.Sc, Ph.D
Ir. Arief Suroso, M.Sc

ABSTRAK

Setiap proyek memiliki owner yang ingin proyeknya berjalan dengan lancar sesuai harapan. Oleh karena itu, proses perencanaan hingga pengendalian proyek selama pelaksanaan pekerjaan konstruksi merupakan kegiatan penting dari suatu proyek. Berhasil atau gagalnya suatu proyek dapat diakibatkan oleh perencanaan yang tidak matang serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien. Hal tersebut akan mengakibatkan keterlambatan proyek, menurunnya kualitas, dan meningkatnya biaya pelaksanaan. Pada tugas akhir ini, penulis membahas mengenai percepatan durasi pembangunan dermaga menggunakan metode crash program dan 2 shift. Kedua metode ini nantinya akan berpengaruh terhadap biaya produksi berupa biaya langsung dan biaya tak langsung. Dengan dilakukan penambahan jam kerja atau penambahan tenaga kerja dapat membuat perubahan biaya pula. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa dengan pemampatan crash program dari 234 hari menjadi 200 hari, biaya yang awalnya sebesar Rp 8.443.767.654,00 akan menjadi Rp 8.270.842.074,00. Sehingga dengan adanya pemampatan waktu pembangunan dermaga selama 34 hari akan terjadi perbedaan biaya langsung dan tak langsung sebesar Rp 172.925.580,00. Sedangkan dengan percepatan metode 2 shift dari 234 hari menjadi 117 hari membutuhkan biaya langsung dan tak langsung sebesar Rp 8.313.810.308,00. Sehingga dengan dilakukan percepatan durasi 2 shift akan terjadi perbedaan biaya sebesar Rp 129.957.346,00. Dari hasil ini, maka percepatan yang diambil adalah percepatan *crash program* karena pengeluaran biaya yang sedikit.

kata kunci : 2 shift, Crash Program, Dermaga, Network Planning

ANALYSIS OF ACCELERATION IN PROJECT DURATION OF JETTY CONSTRUCTION: CASE STUDY AT PT. MULTI BAJA INDUSTRI

Name : Fajar Syuhada
NRP : 4310 100 037
Department : Ocean Engineering, FTK - ITS
Supervisors : Silvianita, ST, M.Sc, Ph.D
Ir. Arief Suroso, M.Sc

ABSTRACT

Every project leader wants their project run smoothly according to plan. In order to run project smoothly, all phases of project, from planning until controlling must be considered essential. The success or failure of a project depends much on accurate planning and effective controlling. Failure to create such planning and controlling will create delay in project, quality decreasing, and added cost. This research elaborate acceleration of jetty building duration using crash program method and two shift method. These two methods will affect production cost, whether direct cost or indirect cost. The addition of work shift or workforce may cause an increase in overall cost. Result shows that compression of crash program from 234 days to 200 days, can decrease cost from Rp 8.443.767.654,00 to Rp 8.270.842.074,00. This result shows that, by using crash method to compress project duration by 34 days, the overall cost decrease by Rp 172.925.580,00. Meanwhile the using of 2 shift method which fasten project duration from 234 days to 117 days requires direct and indirect costs by Rp 8.313.810.308,00. This results shows that, by using 2 shift method the overall cost decrease by Rp 129.957.346,00. In the end, the research choose crash program method which create biggest decrease in overall cost.

Keywords : *2 shift, Crash Program, Jetty, Network Planning*

KATA PENGANTAR

Assalammualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji beserta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan semesta alam atas segala limpahan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) dengan judul “**Analisis Percepatan Durasi Pembangunan Dermaga: Studi Kasus PT. Multi Baja Industri**” ini dengan baik dan lancar.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

Penulis sangat mengharapkan agar Tugas Akhir ini dapat dijadikan acuan atau referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan. Penulis juga menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi materi maupun penyusunannya, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan adanya saran atau masukan untuk perbaikan/penyusunan dalam pengembangan Tugas Akhir ini di masa mendatang.

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji beserta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas Rahmat dan Hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan bantuan baik berupa materi maupun do'a, baik secara langsung maupun tidak langsung, kepada:

1. Kedua orang tua penulis tercinta atas segala kasih sayang, dukungan, dan pengorbanannya.
2. Dosen pembimbing pertama penulis, Ibu Silvianita, ST., M.Sc., Ph.D, untuk kesediaannya membimbing penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dan juga selaku koordinator mata kuliah Tugas Akhir.
3. Dosen pembimbing kedua penulis, Bapak Ir. Arief Suroso, M.Sc, untuk kesediaannya membimbing penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Ketua Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Bapak Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D.
5. Dosen wali penulis, Bapak Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D yang telah membantu penulis dalam hal akademik selama perkuliahan di ITS.
6. Teman-teman Tugas Akhir bidang manajemen yang saling memberi masukan selama pengerjaan Tugas Akhir.
7. Teman-teman angkatan 2010 Teknik Kelautan ITS, yang telah bersama-sama berjuang dalam menempuh jenjang pendidikan ini.
8. Seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Kelautan ITS.
9. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga seluruh bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan yang baik dari Allah SWT dan menjadi bekal di masa depan bagi penulis.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
COVER.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	 7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Gambaran Umum Pelabuhan	8
2.2.1.1 Pelabuhan.....	8
2.2.1.2 Dermaga.....	9
2.2.1.3 Pekerjaan Pelabuhan.....	10
2.2.2 Manajemen Proyek.....	11

2.2.3 <i>Network Planning</i>	14
2.2.3.1 Manfaat <i>Network Planning</i>	14
2.2.3.2 Data Untuk Menyusun <i>Network Planning</i>	14
2.2.3.3 Bentuk <i>Network Planning</i>	15
2.2.3.4 Hubungan Antar Simbol dan Urutan Kegiatan	16
2.2.4 Analisis Waktu	18
2.2.4.1 <i>Critical Path Method</i> (CPM)	18
2.2.4.2 <i>Earliest Event Time</i> (EET) dan <i>Latest Event Time</i> (LET)	18
a. <i>Earliest Event Time</i> (EET)	18
b. <i>Latest Event Time</i> (LET)	20
2.2.4.3 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis	21
2.2.4.4 <i>Float</i>	22
2.2.5 <i>Crash Program</i>	22
2.2.6 <i>Day Shift</i> dan <i>Night Shift</i>	25
2.2.7 Analisis Biaya	26
2.2.7.1 Pengertian Biaya	26
2.2.7.2 Jenis-jenis Biaya	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	29
3.2 Prosedur Penelitian	30
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Gambaran Umum Proyek	33
4.2 Perhitungan Jam Kerja	34
4.2.1 Perhitungan Jam Kerja Normal	34
4.2.2 Perhitungan Jam Kerja Normal dan Lembur	34
4.2.3 Perhitungan Jam Kerja 2 <i>Shift</i>	35
4.3 Pekerjaan Pembangunan Dermaga	35
4.3.1 <i>Network Planning</i> Proyek	35
4.3.2 <i>Earliest Event Time</i> (EET)/Hitungan Maju	38

4.3.3 <i>Latest Event Time</i> (LET)/Hitungan Mundur	40
4.3.4 Menentukan Lintasan Kritis dari <i>Network Planning</i>	42
4.4 Penerapan <i>Crash Program</i>	46
4.4.1 Skenario Pemampatan Pertama	47
4.4.2 Skenario Pemampatan Kedua	50
4.4.3 Menentukan Lintasan Kritis Setelah Pemampatan	53
4.5 Percepatan Durasi 2 <i>Shift</i>	54
4.5.1 <i>Network Planning</i> Percepatan Durasi 2 <i>Shift</i>	54
4.5.2 Hitungan Maju dan Hitungan Mundur Percepatan 2 <i>Shift</i>	56
4.5.3 Menentukan Lintasan Kritis Setelah Percepatan 2 <i>Shift</i>	58
4.6 Analisis Biaya	60
4.6.1 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja pada Durasi Normal	60
4.6.2 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Setelah Pemampatan	63
4.6.3 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Percepatan 2 <i>Shift</i>	67
4.6.4 Perhitungan <i>Cost Slope</i> pada Biaya Tenaga Kerja	70
4.6.5 Penambahan Biaya Langsung	73
4.6.6 Analisis Biaya Tak Langsung	74
4.6.7 Total Biaya Langsung dan Tak Langsung	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Proyek Pembangunan Dermaga (Dokumentasi Proyek)	3
Gambar 2.1 As pada <i>Trestle</i> Dermaga (Dokumentasi Perusahaan)	10
Gambar 2.2 Sasaran Sekaligus Tiga Kendala Proyek (<i>Triple Constraint</i>) (Kerzner, 2003).....	13
Gambar 2.3 Penjelasan Simbol pada Lingkaran <i>Network Planning</i> (Ali, 1992).....	16
Gambar 2.4 Kegiatan EET (Soeharto, 1995).....	19
Gambar 2.5 Kegiatan LET (Soeharto, 1995).....	20
Gambar 2.6 Hubungan Waktu dan Biaya Normal dan dipersingkat Dalam Satu Kegiatan (Soeharto 1997)	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	29
Gambar 4.1. Lokasi Proyek Pembangunan Dermaga (Dokumentasi Proyek)	33
Gambar 4.2 Grafik antara Biaya Normal, <i>Crash Program</i> , dan 2 <i>Shift</i>	77

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Waktu dan Kegiatan Kerja.....	36
Tabel 4.2 <i>Earliest Event Time</i> atau Hitungan Maju dari <i>Network Planning</i>	39
Tabel 4.3 <i>Latest Event Time</i> atau Hitungan Mundur dari <i>Network Planning</i>	41
Tabel 4.4 Hitungan Maju, Hitungan Mundur, dan <i>Total Float</i> Durasi Normal.....	43
Tabel 4.5 Durasi Setiap Lintasan pada <i>Network Planning</i>	44
Tabel 4.6 EET, LET, dan TF Pada Skenario Pemampatan Pertama.....	48
Tabel 4.7 Durasi Lama dan Durasi Baru Setelah Dilakukan Skenario Pemampatan Pertama.....	50
Tabel 4.8 EET, LET, dan TF Setiap Kegiatan dengan Durasi Baru dari Skenario Pemampatan Pertama.....	51
Tabel 4.9 Durasi Lama, Durasi Baru, dan Jumlah Hari Pemampatan	53
Tabel 4.10 Durasi Lama serta Durasi Baru Percepatan Durasi 2 <i>Shift</i>	55
Tabel 4.11 Hitungan Maju dan Hitungan Mundur Setelah dilakukan Percepatan Durasi 2 <i>Shift</i>	57
Tabel 4.12 Hitungan maju, Hitungan Mundur, dan <i>Total Float</i> setelah percepatan 2 <i>shift</i>	58
Tabel 4.13 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja pada Durasi Normal.....	61
Tabel 4.14 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Setelah Pemampatan.....	65
Tabel 4.15 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Percepatan 2 <i>Shift</i>	67
Tabel 4.16 <i>Cost Slope</i> Masing-masing Kegiatan pada Percepatan <i>Crash Program</i> ..	71
Tabel 4.17 <i>Cost Slope</i> Masing-masing Kegiatan pada Percepatan 2 <i>Shift</i>	72
Tabel 4.18 Biaya Tak Langsung pada Pembangunan Dermaga (Data Proyek).....	74
Tabel 4.19 Total Biaya Langsung dan Biaya Tak Langsung	76

BIODATA PENULIS



Fajar Syuhada dilahirkan di Lhokseumawe, Aceh pada tanggal 24 Oktober 1991. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di TK 4 Taman Siswa PT. ARUN Lhokseumawe pada tahun 1996-1998. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SDS 2 YAPENA PT. ARUN Lhokseumawe pada tahun 1998-2004. Penulis menempuh pendidikan menengah pertama di SMPS YAPENA PT. ARUN Lhokseumawe pada tahun 2004-2007. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN Modal Bangsa Aceh Besar pada tahun 2007-2010. Pada tahun 2010 penulis melanjutkan studi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan melalui jalur PMDK Reguler dan terdaftar dengan NRP. 4310100037. Saat masih mahasiswa baru, penulis sempat menjuarai karya tulis ilmiah yang diadakan oleh Jurusan Teknik Kelautan. Penulis pernah melakukan kerja praktek di PT. WIKA Surabaya pada proyek Pelabuhan Teluk Lamong selama 1 bulan dan di PT. Multi Baja Industri Tuban pada Proyek Pembangunan Dermaga selama 1 bulan. Di akhir masa studi, penulis mengambil Tugas Akhir mengenai manajemen proyek yang berjudul **Analisis Percepatan Durasi Pembangunan Dermaga: Studi Kasus PT. Multi Baja Industri.**

Contact Person: fajarsyuhada@gmail.com

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, berbagai hal yang bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan dan penyelesaian proyek menjadi terlambat sering terjadi. Penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat terjadinya perbedaan kondisi lokasi, perubahan disain, pengaruh cuaca, kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, material atau peralatan, kesalahan perencanaan atau spesifikasi, dan pengaruh keterlibatan pemilik proyek (Frederika, 2010).

Dalam pembangunan sebuah proyek konstruksi seperti pelabuhan, dibutuhkan manajemen konstruksi berupa pengaturan jadwal kerja yang baik untuk mengantisipasi keterlambatan pekerjaan proyek. Pada dasarnya, semua jenis proyek sudah dibuat perencanaan jadwal mulai dari pengerjaan hingga kapan proyek tersebut berakhir. Namun, kenyataan di lapangan tidak selalu sejalan dengan rencana awal yang mengakibatkan terjadinya keterlambatan yang tidak diharapkan.

Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya. Pertambahan biaya yang dikeluarkan diharapkan semimum mungkin dan tetap memperhatikan standar mutu. Percepatan dapat dilakukan dengan mengadakan penambahan jam kerja, alat bantu yang lebih produktif, penambahan jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya, dan metode konstruksi yang lebih cepat. Mempercepat umur proyek tidak hanya dilakukan jika terjadi keterlambatan, tetapi untuk kasus tertentu seperti atas permintaan pemilik proyek juga dapat dilakukan percepatan umur proyek. (Widyatmoko, 2008)

Dalam suatu proyek, tidak jarang pihak *owner* meminta agar menyelesaikan pembangunan proyek lebih awal dari waktu perencanaan sesungguhnya. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi kesalahan atau kekurangan yang mungkin terjadi dalam proyek di waktu yang akan datang yang nantinya dapat menghambat

selesainya pembangunan tersebut. Disini akan timbul berbagai masalah karena ketika pembangunan dipercepat, maka akan berpengaruh terhadap bidang manajemen lainnya, seperti dalam *cost management* dan *human resource management*-nya. Untuk itu diperlukan metode dalam penjadwalan kegiatan proyek, agar proyek dapat berjalan singkat namun masih dalam batas kelayakan. Dalam kasus pembangunan dermaga pelabuhan, semakin cepat dermaga dibangun, maka semakin baik bagi kegiatan ekonomi sekitar pelabuhan (Widyatmoko, 2008).

Penggunaan *Critical Path Method* (CPM) sangat membantu dalam proses perencanaan seluruh kegiatan yang harus diselesaikan dalam proyek. Dengan menggunakan CPM, akan dijabarkan seluruh daftar kegiatan yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek (biasanya dikategorikan dalam struktur rincian kerja), waktu (durasi yang dibutuhkan dari masing-masing kegiatan), serta perencanaan SDM. Dari proses tersebut didapatkanlah *critical path* yaitu lintasan–lintasan kritis dari sebuah *network diagram*, yang nantinya dari data tersebut dapat ditemukan beberapa kegiatan dimana waktu pembuatannya dapat dipersingkat sehingga didapatkan waktu pengerjaan proyek hingga selesai yang paling efisien.

Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai penjadwalan pekerjaan pembangunan dermaga pada Proyek EPC Pelabuhan Terminal Khusus Pabrik Pengolahan Nikel (Fe-Ni *Smelting Plant*) di PT. Multi Baja Industri. Proyek ini terletak di Tuban, Jawa Timur seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.1. Penjadwalan ini dilakukan dengan metode *Critical Path Method* (CPM) serta untuk percepatan durasinya menggunakan metode *crash program* dan 2 *shift*. Dalam rencana awal pada studi kasus ini, hingga September 2014 direncanakan dermaga sudah selesai hingga *jetty*. Namun karena terdapat masalah internal proyek, maka hingga September 2014 hanya dilaksanakan hingga as 50, sehingga dengan demikian proyek ini mengalami keterlambatan dari rencana awal. Proyek ini nantinya akan dilanjutkan kembali pada waktu yang belum ditentukan. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini dibahas mengenai analisis percepatan durasi pengerjaan proyek tersebut sehingga nantinya dapat digunakan sebagai referensi agar dapat menghindari hal-hal yang berhubungan dengan keterlambatan proyek.

Dengan metode CPM, nantinya dapat ditentukan lintasan kritis dari jaringan kerja pembangunan dermaga tersebut.



Gambar 1.1 Lokasi Proyek Pembangunan Dermaga
(Dokumentasi Proyek)

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk jaringan kerja proyek (*network planning*) pada proyek pembangunan dermaga di PT. Multi Baja Industri?
2. Bagaimana pengaruh percepatan durasi pengerjaan pembangunan dermaga terhadap *network planning*?
3. Berapa besar biaya yang dikeluarkan sebelum dan setelah dilakukan percepatan durasi pengerjaan proyek?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jaringan kerja (*network planning*) pada proyek pembangunan dermaga di PT. Multi Baja Industri
2. Menganalisis pengaruh percepatan durasi pengerjaan pembangunan dermaga terhadap *network planning*.
3. Menghitung besarnya biaya yang dikeluarkan sebelum dan setelah dilakukan percepatan durasi pengerjaan proyek.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini yaitu dapat digunakan untuk alternatif percepatan durasi pengerjaan proyek pelabuhan di PT. Multi Baja Industri sebagai solusi agar terhindar dari keterlambatan proyek. Selain itu juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajaran mengenai optimasi percepatan durasi proyek menggunakan metode CPM.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup penelitian yaitu pada proyek EPC Pelabuhan Terminal Khusus Pabrik Pengolahan Nikel milik PT. Multi Baja Industri Tuban, Jawa Timur.
2. Pembahasan hanya pada proses konstruksi dermaga.
3. Data-data terkait tugas akhir diperoleh dari PT. Multi Baja Industri selaku *owner* dan PT. Utama Karya selaku kontraktor.
4. Hanya memperhitungkan biaya langsung berupa biaya tenaga kerja, *engineering design cost*, mobilisasi/demobilisasi alat dan tenaga kerja, serta penyewaan ponton dan *crane* untuk ereksi beton *precast* dan juga biaya tak langsung.
5. Perhitungan jam lembur berdasarkan UU No. 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan dan Kepmenakertrans No. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
6. Waktu/durasi pekerjaan pada proyek dihitung dengan satuan hari.
7. Metode penjadwalan menggunakan *Critical Path Method* (CPM).

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri dari penjelasan mengenai penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang mendukung penulisan tugas akhir serta landasan teori yang mendukung pula.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

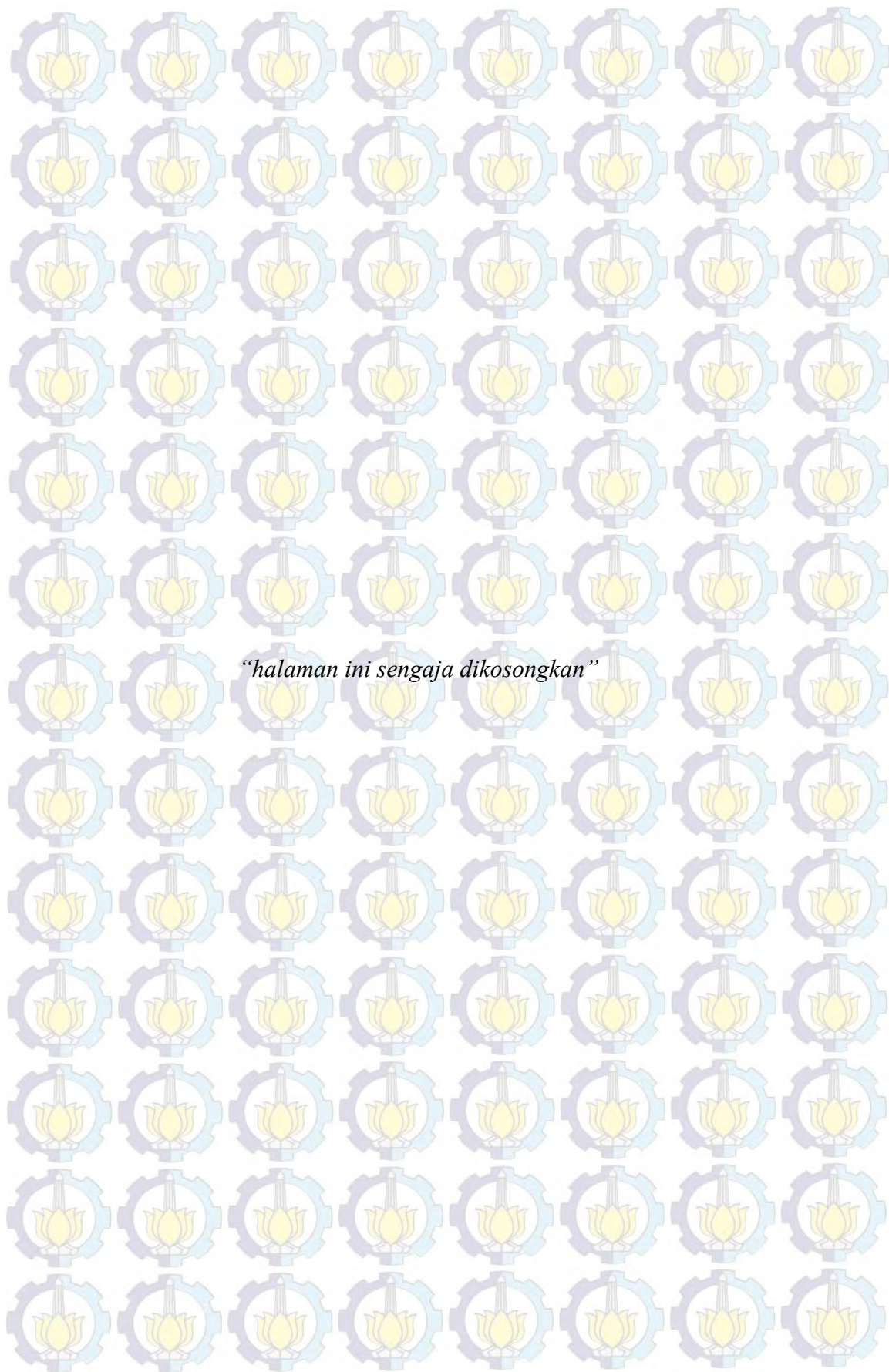
Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam mengerjakan tugas akhir ini yang digambarkan dalam diagram alir penelitian yang disusun secara sistematis dan dilengkapi pula dengan data-data penelitian serta penjelasan detail untuk setiap langkah pengerjaannya.

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai pemecahan masalah berupa analisis waktu penyelesaian proyek dan biaya pada pembangunan dermaga dengan menggunakan metode *crash program* dan *2 shift*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil analisis yang dilakukan serta pemberian saran-saran, baik untuk peningkatan kinerja perusahaan maupun untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir ini yaitu tugas akhir milik Widyatmoko (2008) dengan judul “Analisa Percepatan Waktu Menggunakan Metode *Crashing* pada Kegiatan Pemancangan di Proyek Dermaga 115 Tanjung Priok dengan Aplikasi Program *PERTMaster*”. Pada tugas akhir tersebut membahas mengenai percepatan pelaksanaan pembangunan dermaga dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Untuk memperoleh cara yang optimal dilakukan analisis menggunakan metode *crashing* menggunakan aplikasi *software PERTMaster*. Sehingga hasil akhir dari tugas akhir tersebut menunjukkan waktu optimal untuk mempercepat umur proyek yaitu selama 216 hari dengan biaya sebesar Rp 30.905.006.264,32.

Penelitian lain yaitu tugas akhir milik Sunjaya (2014) dengan judul “Optimasi Percepatan Waktu Instalasi *Topside Facilities* Pada *GG New Field Development Project*”. Dalam tugas akhir tersebut penjadwalan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM), sedangkan percepatan durasi proyeknya menggunakan metode *crash program* dan 2 *shift*. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa dari hasil pemampatan *crash program* dari 84 hari menjadi 56 hari, biaya tenaga kerja langsung awal sebesar U.S. \$ 241,472.00 akan menjadi U.S. \$ 257,108.00. Sehingga dengan adanya pemampatan waktu pembangunan selama 17 hari akan terjadi penambahan biaya tenaga kerja sebesar U.S. \$ 15,636.00. Sedangkan hasil pemampatan menggunakan 2 *shift* dari 84 hari menjadi 42 hari membutuhkan biaya tenaga kerja sebesar U.S. \$ 482,944.00 atau dua kali lipat dari biaya tenaga kerja normal.

Penelitian lain yaitu tugas akhir milik Rahmadan (2012) dengan judul “Analisa Waktu dan Biaya Instalasi *Machinery* dan *Electrical Outfitting* Pada Pembangunan *Landing Craft Utility* (LCU) 300 DWT”. Dalam tugas akhir tersebut, pelaksanaan pekerjaan instalasi *machinery* dan *electrical outfitting* secara normal selama 122 hari, biaya tenaga kerja yang dikeluarkan adalah Rp

130.115.000,00. Kemudian setelah dilakukan pemampatan selama 10 hari sehingga umur pekerjaan instalasi menjadi 112 hari, maka biaya tenaga kerja langsung meningkat menjadi Rp 162.335.255,00 atau selisih Rp 32.220.255,00 dari biaya awal.

Penelitian lainnya yaitu tugas akhir milik Rosdianto (2014) dengan judul “Analisa Percepatan Durasi Pengerjaan Proyek Pembangunan *Jacket Platform* di PT. Meindo Elang Indah”. Dalam tugas akhir tersebut, percepatan durasi proyek menggunakan metode *crash program*, yaitu proses pemampatan jangka waktu penyelesaian proyek agar dapat berjalan lebih cepat. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *crash program*, didapatkan proyek yang awalnya memiliki durasi 141 hari menjadi 111 hari atau mengalami percepatan selama 30 hari. Dengan percepatan durasi selama 30 hari tersebut, biaya tenaga kerja langsung yang awalnya U.S. \$ 83,904,49 mengalami penambahan biaya sebesar U.S. \$ 6,237.00.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Gambaran Umum Pelabuhan

2.2.1.1 Pelabuhan

Menurut Triatmodjo (1996), Pelabuhan adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga yang dimana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang, *crane* untuk bongkar muat barang, gudang laut (transito) dan tempat-tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya, dan gudang-gudang dimana barang-barang dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan atau pengapalan. Dalam arti lain, pelabuhan adalah sebuah fasilitas di ujung samudera, sungai, atau danau untuk menerima kapal dan memindahkan barang kargo maupun penumpang ke dalamnya.

Menurut Widyatmoko (2008), Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan bongkar muat barang yang

dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intramoda dan antarmoda transportasi.

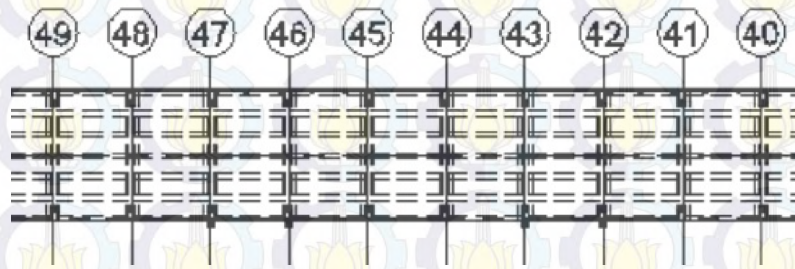
Pelabuhan berfungsi sebagai suatu pintu gerbang dan pemelancar hubungan antar daerah, pulau, atau bahkan antar benua dan bangsa. Dengan fungsinya tersebut, maka pembangunan pelabuhan harus dapat dipertanggungjawabkan baik secara sosial, ekonomis, maupun teknis.

Pembangunan pelabuhan harus mempertimbangkan beberapa faktor seperti pemilihan lokasi berdasarkan topografi dan geologi, berdasarkan peninjauan pelayaran, peninjauan sedimentasi, gelombang dan arus, serta kedalaman air. Hal ini yang nantinya akan berhubungan dengan seberapa besar biaya yang akan dikeluarkan untuk pelaksanaan pembangunan pelabuhan tersebut, baik dari segi material yang akan disiapkan, jumlah pekerja selama masa pengerjaan, waktu pengerjaan, dan lain-lain.

Ditinjau dari sistem angkutan transportasi, pelabuhan merupakan satu simpul dari mata rantai bagi kelancaran angkutan laut dan darat. Oleh sebab itu secara umum pelabuhan haruslah terlindung terhadap badai, ombak, serta arus sehingga kapal yang akan bersandar atau berlabuh untuk melakukan perpindahan penumpang atau bongkar muat barang dapat dilaksanakan dengan mudah. Guna mendukung fungsi-fungsi tersebut maka dibangun dermaga, jalan, gudang, fasilitas penerangan, telekomunikasi, dan sebagainya.

2.2.1.2 Dermaga

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapatkan dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Dalam mempertimbangkan ukuran dermaga harus didasarkan pada ukuran-ukuran minimal sehingga kapal dapat bertambat atau meninggalkan dermaga maupun melakukan bongkar muat barang dengan aman, cepat, dan lancar (Triatmodjo, 1996). Pada *trestle* dermaga terdapat istilah as yang merupakan semacam potongan-potongan dengan jarak yang sama setiap potongannya seperti yang terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 As pada *Trestle* Dermaga (Dokumentasi Perusahaan)

Dermaga dibagi menjadi dua tipe, yaitu (Triatmodjo, 1996) :

1. Dermaga Tipe *Wharf*

Wharf adalah dermaga yang dibuat sejajar pantai dan dapat dibuat berimpit dengan garis pantai atau agak menjorok ke laut. Tipe ini dibangun apabila garis kedalaman laut hampir merata dan sejajar dengan garis pantai.

2. Dermaga Tipe *Jetty*

Tipe *Jetty* adalah dermaga yang dibangun dengan membentuk sudut terhadap garis pantai. Dermaga tipe ini dapat digunakan untuk merapatkan kapal pada satu sisi atau kedua sisinya. Pada studi kasus ini, dermaga yang dibangun adalah dermaga tipe *Jetty*.

2.2.1.3 Pekerjaan Pelabuhan

Berikut ini adalah beberapa contoh pekerjaan yang dilakukan dalam pengerjaan pembangunan pelabuhan, yaitu (Triatmodjo, 1996) :

1. Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang ini berfungsi untuk memindahkan atau mentransferkan beban-beban konstruksi di atasnya (*upper structure*) ke lapisan tanah yang lebih dalam. Pemancangan ini dilakukan dengan menggunakan *single acting hammer*.

2. Penulangan Plat Lantai

Sebelum pekerjaan penulangan plat lantai dilaksanakan perlu dibuat bangunan perancah terlebih dahulu. Bila suatu bangunan perancah tidak kuat dan saat pengecoran runtuh maka dapat dikatakan itu suatu konstruksi

yang gagal. Setelah pekerjaan perancah selesai, maka selanjutnya dilakukan pekerjaan penulangan.

3. Pembuatan *Bekisting* Lantai Dermaga

Bekisting merupakan rangkaian kayu dan papan yang dibuat menjadi satu bentuk tertentu untuk mencetak beton sesuai dengan bentuk yang direncanakan. Hal ini bertujuan untuk mempercepat pengerjaan pengecoran.

4. Pengecoran Lantai Dermaga

Pekerjaan ini dilakukan setelah pemasangan *bekisting* dan tulangan selesai. Lokasi pengecoran harus bersih dari segala bentuk kotoran yang mengurangi kekuatan beton saat sebelum pengecoran.

5. Perawatan Lantai Dermaga dan Pembongkaran *Bekisting*

Perawatan beton dimaksudkan untuk mendapatkan mutu beton yang baik. Perawatan beton (*curing*) dilakukan setelah beton mulai mengeras dengan cara menyiram air pada permukaan beton.

2.2.2 Manajemen Proyek

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas serta alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarannya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1997).

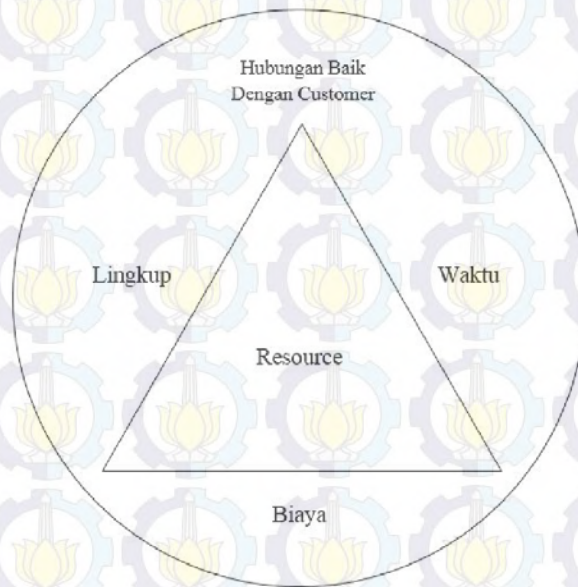
Sedangkan manajemen proyek adalah kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan, dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu pula (Nurhayati, 2010).

Berdasarkan PMBOK Guide (2004), Manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan (*knowledges*), keterampilan (*skills*), alat (*tools*), dan teknik (*techniques*) dalam kegiatan-kegiatan proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek.

Dari pengertian diatas maka ciri-ciri proyek adalah sebagai berikut :

- a. Memiliki tujuan khusus yaitu dapat berupa rampungnya sebuah produk akhir atau hasil kerja akhir.
- b. Besar biaya, sasaran jadwal, serta kriteria mutu dalam proses pencapaian tujuan tersebut telah ditentukan sejak awal.
- c. Bersifat sementara, dalam arti umur proyek dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir telah ditentukan dengan jelas.
- d. Non-rutin, maksudnya tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas pekerjaan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Dalam proses pencapaian tujuan tersebut telah ditentukan beberapa batasan antara lain besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal, serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan tersebut disebut tiga kendala (*triple constrain*). Ketiga batasan tersebut bersifat saling berketergantungan, dimana keseimbangan ketiga batasan tersebut akan menentukan kualitas suatu proyek. Perubahan salah satu atau lebih faktor tersebut akan mempengaruhi setidaknya satu faktor lainnya (PMBOK Guide, 2004). Disini juga bisa dikemukakan bahwa dalam melaksanakan proyek ada tawar menawar (*trade off*) antara berbagai pembatas (Santosa, 2009). Jika kualitas hasil ingin dinaikkan, akan membawa konsekuensi kenaikan biaya dan waktu. Sebaliknya, jika biaya ditekan agar lebih murah dengan waktu pelaksanaan tetap sama, maka konsekuensinya, kualitas bisa turun. Hal ini seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.2. Dalam gambar ini ditunjukkan bahwa dalam pencapaian tujuan proyek, kita perlu memperhatikan batasan waktu, biaya, lingkup pekerjaan dengan memanfaatkan *resources* yang kita punyai.



Gambar 2.2 Sasaran Sekaligus Tiga Kendala Proyek (*Triple Constraint*)
(Kerzner, 2003)

Menurut Lawrence dan Pasternack (2001), ada beberapa tujuan penjadwalan proyek, yaitu:

1. Menentukan jadwal paling awal dan paling akhir dari waktu mulai dan berakhir untuk setiap kegiatan yang mengarah ke waktu penyelesaian paling awal untuk keseluruhan proyek
2. Menghitung kemungkinan bahwa proyek akan selesai dalam jangka waktu tertentu
3. Mencari biaya jadwal minimum yang akan menyelesaikan sebuah proyek dengan tanggal tertentu
4. Menginvestigasi bagaimana keterlambatan untuk kegiatan tertentu mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan proyek
5. Monitoring sebuah proyek untuk menentukan apakah berjalan tepat waktu dan sesuai anggaran
6. Mencari jadwal kegiatan yang akan memuluskan alokasi sumber daya selama durasi proyek.

2.2.3 Network Planning

Network planning merupakan suatu cara baru dalam bidang perencanaan dan pengawasan suatu proyek, yaitu suatu gambaran dari rencana proyek dan urutan-urutan dari pada kegiatan yang harus dilaksanakan (Soeharto, 1999).

Penggunaan *network planning* pada penyelenggaraan proyek yaitu :

1. Untuk memasukkan informasi tetap
2. Kemampuan yang tinggi untuk mengambil keputusan
3. Sumber daya dalam keadaan siap pakai
4. Kemampuan untuk melaksanakan proses pengelolaan sumber daya

2.2.3.1 Manfaat Network Planning

Adapun manfaat dari *network planning* bagi suatu proyek antara lain (Soeharto, 1999):

1. Perencanaan suatu proyek yang kompleks
2. *Scheduling* pekerjaan-pekerjaan sedemikian rupa dalam urutan-urutan yang praktis dan efisien
3. Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang tersedia
4. *Scheduling* ulang untuk mengatasi hambatan-hambatan dan keterlambatan suatu proyek
5. Menentukan *trade-off* (kemungkinan pertukaran) antara waktu dan biaya
6. Menentukan probabilitas suatu proyek
7. Menentukan kegiatan-kegiatan mana yang bersifat kritis dan hubungannya dengan penyelesaian proyek.

2.2.3.2 Data Untuk Menyusun Network Planning

Berikut ini adalah data-data yang dibutuhkan dalam menyusun *network planning*, yaitu (Kandaw, 2013) :

- a. Urutan Pekerjaan yang Logis

Harus disusun pekerjaan apa yang harus diselesaikan lebih dahulu sebelum pekerjaan yang lain dimulai dan pekerjaan apa yang kemudian mengikutinya.

b. Taksiran Waktu Penyelesaian Setiap Pekerjaan

Biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman. Jika merupakan proyek baru, biasanya diberi *slack*/kelonggaran waktu.

c. Biaya Untuk Mempercepat Setiap Pekerjaan

Hal ini berguna jika pekerjaan-pekerjaan yang ada dijalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek cepat selesai. Contohnya : biaya-biaya lembur, biaya menambah tenaga kerja dan sebagainya.

d. Sumber-sumber, yaitu berupa tenaga kerja, *equipment*, dan material yang diperlukan.

2.2.3.3 Bentuk *Network Planning*

Untuk membentuk gambar dari rencana *network* perlu digunakan simbol-simbol, yaitu (Rahmadan, 2012) :

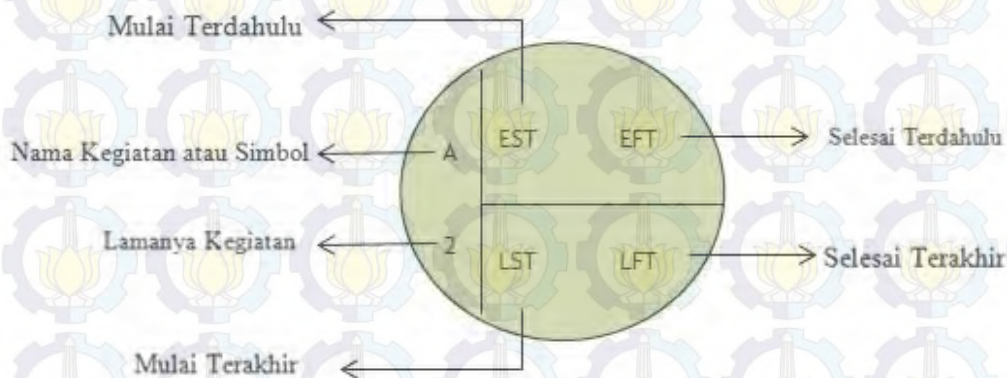
a. 

Arrow/anak panah yang menyatakan aktivitas/kegiatan yaitu suatu kegiatan atau pekerjaan dimana penyelesaiannya membutuhkan durasi (jangka waktu tertentu) dan *resources* (tenaga, alat, material, dan biaya). Kepala anak panah menjadi pedoman arah tiap kegiatan, dimana panjang dan kemiringan tidak berpengaruh.

b. 

Node/event yang merupakan lingkaran bulat yang artinya suatu peristiwa atau kejadian yaitu saat pertemuan dari permulaan dan akhir kegiatan. Lingkaran yang melambangkan peristiwa ini selalu digambar berupa lingkaran yang terbagi atas tiga ruangan seperti pada gambar 2.3, yaitu ruangan sebelah kiri, ruangan sebelah kanan atas dan ruangan sebelah kanan bawah (Ali, 1992). Ruangan sebelah kiri merupakan tempat bilangan atau huruf yang menyatakan nomor peristiwa. Nomor peristiwa ini bisa pula dinyatakan dengan simbol (variabel) atau dengan huruf *n*, *i*, atau *j*. Ruangan sebelah kanan atas merupakan tempat bilangan yang menyatakan nomor hari (untuk satuan hari) yang merupakan nomor awal

peristiwa yang bersangkutan mungkin terjadi. Ruangan sebelah kanan bawah merupakan tempat bilangan yang menyatakan nomor hari (untuk satuan hari) yang merupakan saat paling lambat peristiwa yang bersangkutan boleh terjadi. Nomor hari tersebut dapat juga diterjemahkan dalam bentuk tanggal.



Gambar 2.3 Penjelasan Simbol pada Lingkaran *Network Planning* (Ali, 1992)



Dummy/anak panah terputus-putus yang menyatakan kegiatan semu, yaitu kegiatan yang tidak membutuhkan durasi dan *resources*. *Dummy* diperlukan untuk menggambarkan adanya hubungan antara dua kegiatan.

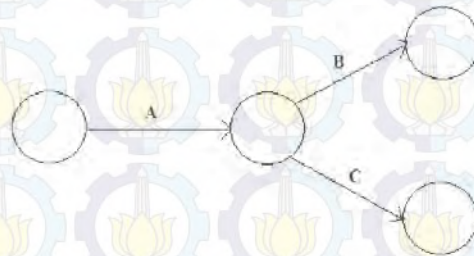
2.2.3.4 Hubungan Antar Simbol dan Urutan Kegiatan

Berikut adalah hubungan-hubungan antar kegiatan dalam *network planning*, yaitu (Badri, 1997) :

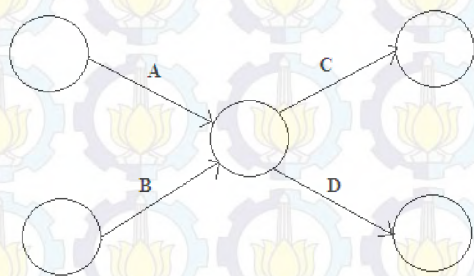
1. Aktivitas B baru dapat dimulai apabila aktivitas A selesai dikerjakan.



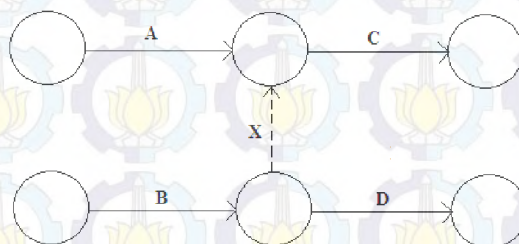
2. Aktivitas B dan C baru dapat dimulai apabila A selesai.



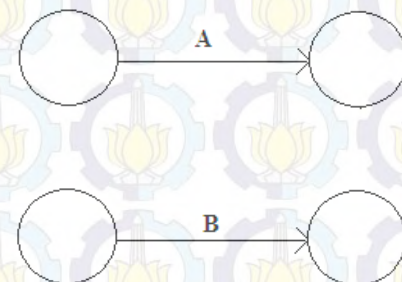
3. Aktivitas C dan D baru dapat dimulai apabila A dan B selesai.



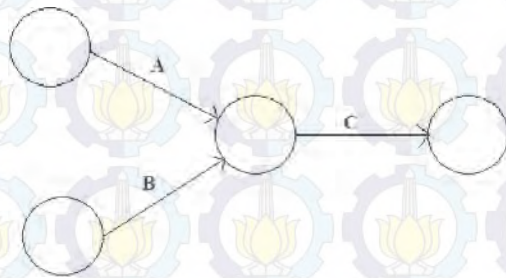
4. Aktivitas C tergantung dari A dan X (*dummy*). Oleh karena itu X tergantung B, dan C tergantung dari A dan B. dan D tergantung oleh B saja (hubungan paralel).



5. Aktivitas A dan B dapat berlangsung bersama-sama.



6. Aktivitas C baru bisa dimulai bila A dan B selesai.



2.2.4 Analisis Waktu

2.2.4.1 Critical Path Method (CPM)

CPM atau disebut *Critical Path Method* merupakan salah satu metode penjadwalan proyek yang dikembangkan oleh E.I. du Pont de Nemours & Company dan kemudian diperluas oleh Mauchly Associates (Taha, 1997). Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*-CPM), yaitu metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek serta merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM merupakan analisis jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan (Danniyanti, 2010). Pada penjadwalan CPM, kegiatan-kegiatan dalam proyek diklasifikasikan menjadi kegiatan kritis dan kegiatan non kritis.

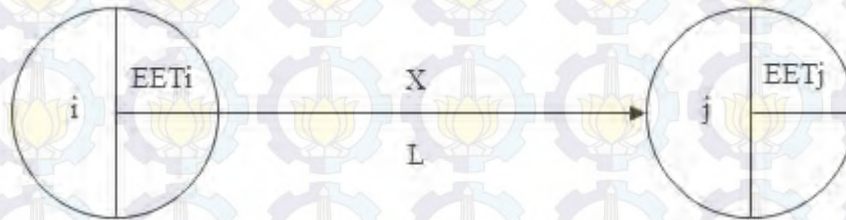
Dalam CPM (*Critical Path Method*) dikenal EET (*Earliest Event Time*), LET (*Latest Event Time*), *Total Float*, *Free Float*, dan *Independent Float*. Dalam metode CPM juga akan mendapatkan lintasan kritis yang menghubungkan kegiatan-kegiatan kritis yaitu kegiatan yang tidak boleh terlambat atau ditunda pelaksanaannya karena keterlambatan kegiatan kritis akan menyebabkan keterlambatan pada waktu total penyelesaian proyek.

2.2.4.2 Earliest Event Time (EET) dan Latest Event Time (LET)

a. Earliest Event Time (EET)

Dalam mengidentifikasi jalur kritis dipakai suatu cara yang disebut hitungan maju seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4. Perhitungan maju

digunakan untuk menghitung EET (*Earliest Event Time*). EET adalah peristiwa paling awal atau waktu yang cepat dari *event* (Soeharto, 1995).



Gambar 2.4 Kegiatan EET (Soeharto, 1995)

Ket :

$$EETj = EETi + L \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan :

X = Kegiatan

j = Peristiwa akhir kegiatan X

i = Peristiwa awal kegiatan X

L = Lama kegiatan X yang diperkirakan

EETi = Saat paling awal peristiwa awal

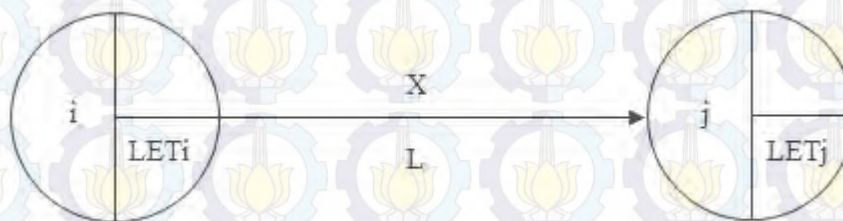
EETj = Saat paling awal peristiwa akhir

Prosedur menghitung EET :

1. Tentukan nomor dari peristiwa dari kiri ke kanan, mulai dari peristiwa nomor 1 berturut-turut sampai nomor maksimal.
2. Tentukan nilai EETi untuk peristiwa nomor 1 (paling kiri) sama dengan nol.
3. Dapat dihitung nilai EETj peristiwa berikutnya dengan rumus di atas. Apabila terdapat beberapa kegiatan (termasuk *dummy*) menuju atau dibatasi oleh peristiwa yang sama, maka diambil nilai EETj yang maksimum.

b. *Latest Event Time (LET)*

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir dapat memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan, tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang telah dihasilkan dari hitungan maju. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan (hari terakhir penyelesaian proyek) suatu jaringan kerja seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5. Perhitungan mundur ini digunakan untuk menghitung LET (*Latest Event Time*). LET adalah peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari *event* (Soeharto, 1995).



Gambar 2.5 Kegiatan LET (Soeharto, 1995)

Ket :

$$LET_i = LET_j - L \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan :

- X = Kegiatan
- j = Peristiwa akhir kegiatan X
- i = Peristiwa awal kegiatan X
- L = Lama kegiatan X yang diperkirakan
- LET_i = Saat paling lambat peristiwa awal
- LET_j = Saat paling lambat peristiwa akhir

Sedangkan prosedur menghitung LET:

1. Hitung atau tentukan LET peristiwa mulai dari nomor maksimal kemudian mundur berturut-turut sampai dengan peristiwa nomor 1.
2. LET nomor maksimal sama dengan EET peristiwa nomor maksimal.

3. Selanjutnya dapat dihitung LET peristiwa nomor-nomor maksimal, ...,4,3,2,1, dengan menggunakan salah satu dari dua rumus diatas sesuai dengan banyak kegiatan dan *dummy* yang keluar dari peristiwa yang bersangkutan.

2.2.4.3 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis

1. Peristiwa Kritis

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu. Nilai EET dan LET sama. Sehingga jika EET dikurangi LET hasilnya sama dengan nol.

2. Kegiatan Kritis

Kegiatan kritis adalah kegiatan yang sangat sensitif terhadap keterlambatan, sehingga jika sebuah kegiatan kritis terlambat satu hari saja, sedang kegiatan lainnya tidak, maka proyek akan mengalami keterlambatan selama satu hari. Sifat kritis ini disebabkan karena kegiatan tersebut harus dimulai pada satu saat (tidak ada mulai paling awal dan tidak ada mulai paling lambat) dan harus selesai pada satu saat (tidak ada selesai paling awal dan tidak ada selesai paling lambat).

3. Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah lintasan (jalur) yang memiliki lintasan pelaksanaan paling panjang yang menentukan lamanya penyelesaian jaringan kerja. Lintasan kritis ini terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa-peristiwa kritis, dan *dummy*. Tujuan mengetahui lintasan kritis adalah untuk mengetahui dengan cepat kegiatan-kegiatan dan peristiwa-peristiwa yang tingkat kepekaannya paling tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat prioritas kebijaksanaan proyek, yaitu terhadap kegiatan-kegiatan kritis dan hampir kritis. Lintasan kritis selama jangka waktu pelaksanaan proyek kemungkinan besar berubah-ubah, hal ini disebabkan terjadinya keterlambatan pelaksanaan kegiatan yang besar melebihi batas toleransi.

2.2.4.4 Float

Float merupakan sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan, sehingga memungkinkan penundaan atau perlambatan kegiatan secara sengaja atau tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi terlambat dalam penyelesaiannya.

Float dibagi menjadi 3, yaitu (Santosa, 2009) :

a. *Total Float*

Sejumlah waktu yang tersedia untuk keterlambatan/perlambatan kegiatan tanpa mempengaruhi proyek secara keseluruhan.

b. *Free Float*

Sejumlah waktu yang tersedia untuk keterlambatan/perlambatan kegiatan tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya.

c. *Independent Float*

Jangka waktu antara EET peristiwa akhir (EETj) kegiatan yang bersangkutan dengan selesainya kegiatan yang bersangkutan j bila kegiatan tersebut dimulai pada LET peristiwa awal (LETi).

Rumus :

$$\text{Total float} = \text{LETj} - \text{durasi} - \text{EETi} \dots \dots \dots (2.3)$$

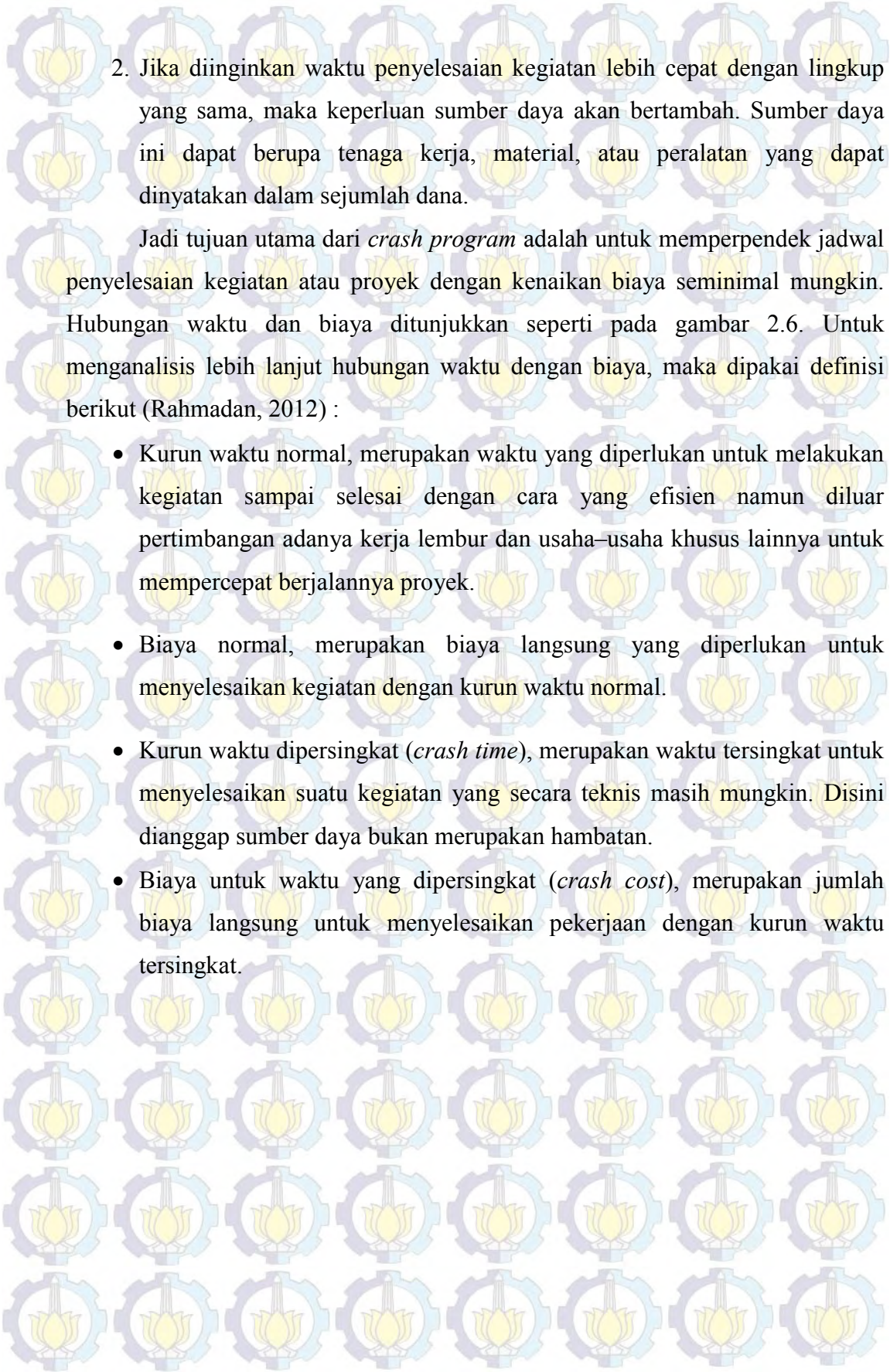
$$\text{Free float} = \text{EETj} - \text{durasi} - \text{EETi} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\text{Independent float} = \text{EETj} - \text{durasi} - \text{LETi} \dots \dots \dots (2.5)$$

2.2.5 Crash Program

Crash program merupakan proses pemampatan jangka waktu penyelesaian proyek agar dapat berjalan lebih cepat. Proses pemampatan ini dilakukan berturut-turut sampai pada kondisi dimana durasi kegiatan tidak dapat dimampatkan lagi. Dalam menganalisis program tersebut digunakan asumsi berikut ini (Ali, 1992) :

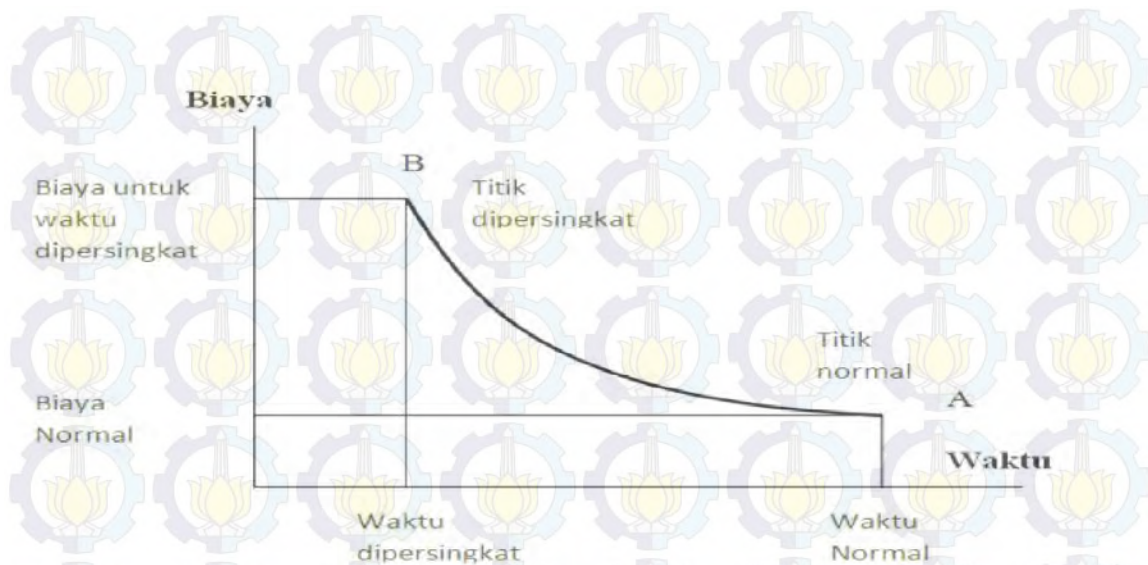
1. Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala. Ini berarti dalam menganalisis program mempersingkat waktu, alternatif yang dipilih tidak terhalangi oleh tersedianya sumber daya.

- 
2. Jika diinginkan waktu penyelesaian kegiatan lebih cepat dengan lingkup yang sama, maka keperluan sumber daya akan bertambah. Sumber daya ini dapat berupa tenaga kerja, material, atau peralatan yang dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

Jadi tujuan utama dari *crash program* adalah untuk memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya seminimal mungkin.

Hubungan waktu dan biaya ditunjukkan seperti pada gambar 2.6. Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan waktu dengan biaya, maka dipakai definisi berikut (Rahmadan, 2012) :

- Kurun waktu normal, merupakan waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai dengan cara yang efisien namun diluar pertimbangan adanya kerja lembur dan usaha-usaha khusus lainnya untuk mempercepat berjalannya proyek.
- Biaya normal, merupakan biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
- Kurun waktu dipersingkat (*crash time*), merupakan waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin. Disini dianggap sumber daya bukan merupakan hambatan.
- Biaya untuk waktu yang dipersingkat (*crash cost*), merupakan jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.



Gambar 2.6 Hubungan Waktu dan Biaya Normal dan dipersingkat Dalam Satu Kegiatan (Soeharto, 1997)

Titik A menunjukkan titik normal, sedangkan titik B menunjukkan titik yang dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dan B merupakan kurva waktu-biaya. Seandainya diketahui bentuk kurva waktu-biaya suatu kegiatan/proyek atau dengan kata lain mengetahui besar *slope* atau sudut kemiringan dari kurva tersebut, maka bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari.

Proses mempercepat umur proyek dengan menerapkan *crash program* adalah sebagai berikut (Ali, 1992) :

- Membuat *network diagram* dengan nomor-nomor peristiwa sama seperti semula dengan lama kegiatan perkiraan baru untuk langkah ulangan, dan sama dengan semula untuk langkah siklus pertama.
- Dengan dasar EET peristiwa awal, $EET_1 = 0$, dihitung EET lainnya. Umur perkiraan proyek (UPER) = EET peristiwa akhir (EET_m , m adalah nomor peristiwa akhir *network diagram* atau nomor maksimal peristiwa).
- Dengan dasar LET peristiwa akhir *network diagram* (LET_m) = umur proyek direncanakan setelah dipercepat (UREN), dihitung LET semua peristiwa.

- d. Hitung *total float* (TF) semua kegiatan yang ada. Jika tidak ada TF yang berharga negatif, proses perhitungan selesai. Jika masih ada TF berharga negatif, lanjutkan ke langkah berikutnya

$$Total\ Float = LET - L - EET \dots\dots\dots (2.6)$$

- e. Lama kegiatan dari peristiwa tersebut diatas adalah L_n , n adalah nomor urut kegiatan tersebut dalam satu lintasan. $n = 1, 2, 3, \dots, z$

- f. Hitung lama kegiatan baru dari kegiatan tersebut diatas (langkah ke - e dan ke - f) dengan menggunakan rumus :

$$L_n\ (baru) = L_n\ (lama) + \frac{L_n\ (lama)}{L_i} \times (UREN - UPER) \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

$L_n\ (baru)$ = lama kegiatan baru

$L_n\ (lama)$ = lama kegiatan lama

L_i = Jumlah lama kegiatan pada satu lintasan yang harus dipercepat

UREN = Umur rencana proyek setelah dipercepat

UPER = Umur awal perkiraan proyek

- g. Kembali ke langkah “a”.

2.2.6 *Day Shift dan Night Shift*

Metode 2 *shift* ini adalah metode lain dalam mempercepat umur proyek.

Metode yang digunakan dalam percepatan durasi adalah dengan menambah *man power* tetapi dengan jumlah *man hours* yang sama. Dengan metode ini dapat dilihat bahwa durasi proyek akan berkurang menjadi setengah dari durasi normal.

Tahap-tahap yang dilakukan dalam optimasi waktu ini adalah (Sunjaya, 2014):

- Buat *network diagram* dengan nomor-nomor peristiwanya.
- Tentukan jumlah *man power* yang akan terlibat langsung dalam pengerjaan proyek.
- Gandakan jumlah *man power* sehingga pengerjaan dapat dibagi menjadi 2 *shift*, yaitu *day shift* dan *night shift*.
- Karena *man power* sudah bertambah hingga dua kali lipatnnya, selanjutnya semua durasi aktifitas dibagi dua sehingga durasi hanya separuh dari

durasi awal. Hal ini dikarenakan pengerjaan dalam satu hari akan dibagi 2, yaitu *day shift* dan *night shift*.

- e. Hitung durasi baru akibat pemampatan durasi aktifitas.
- f. Hitung EET dan LET akibat durasi baru.

2.2.7 Analisis Biaya

2.2.7.1 Pengertian Biaya

Biaya dapat didefinisikan sebagai suatu kejadian atau proses produksi yang diukur berdasarkan nilai uang yang timbul dan mungkin akan timbul untuk mencapai suatu tujuan tertentu atau hasil produksi.

Dalam penyelenggaraan suatu proyek diperlukan masukan-masukan (*input*) yang akan diproses dengan tingkat kesulitan dan waktu tertentu sehingga tujuan proyek tersebut tercapai. Dengan kata lain, salah satu syarat agar tujuan akhir proyek dapat tercapai, masukan-masukan yang diperlukan berupa sumber daya meliputi biaya, tenaga kerja, peralatan, material harus siap pakai pada saat pengerjaan, dan mutu yang diminta. Analisis biaya ini bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui jumlah (kuantitas) biaya, yang diperlukan selama proyek diselenggarakan.

2.2.7.2 Jenis-jenis Biaya

Biaya dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen, yaitu (Soeharto, 1999):

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan langsung untuk mendapatkan sumber daya yang akan dipergunakan untuk penyelesaian proyek. Unsur-unsur yang termasuk dalam biaya langsung adalah:

a. Biaya Material

Biaya material adalah biaya pembelian material untuk mewujudkan proyek itu seperti biaya transportasi, biaya penyimpanan, serta kerugian akibat kehilangan atau kerusakan material. Harga material didapat dari survei di pasaran atau berpedoman dari indeks biaya yang dikeluarkan

secara berkala oleh Departemen Pekerjaan Umum sebagai pedoman sederhana.

b. Biaya Upah

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, biaya upah dibedakan atas:

- Upah Harian

Besar upah yang dibayarkan persatuan waktu, misalnya harian tergantung pada jenis keahlian pekerja, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan sebagainya.

- Upah Borongan

Besar upah ini tergantung atas kesepakatan bersama antara kontraktor dengan pekerja atas suatu jenis item pekerjaan.

- Upah Berdasarkan Produktivitas

Besar jenis upah ini tergantung atas banyak pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam satu satuan waktu tertentu.

c. Biaya Peralatan

Unsur-unsur biaya yang terdapat pada biaya peralatan adalah modal, biaya sewa, biaya operasi, biaya pemeliharaan, biaya operator, biaya mobilisasi, biaya demobilisasi, dan lainnya yang menyangkut biaya peralatan.

d. Biaya Sub-Kontraktor

Biaya ini diperlukan bila ada bagian pekerjaan diserahkan/dikerjakan oleh sub-kontraktor. Sub-kontraktor ini bertanggung jawab dan dibayar oleh kontraktor utama.

2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang berhubungan dengan pengawasan, pengarahan kerja dan pengeluaran umum diluar biaya konstruksi. Biaya ini disebut juga biaya *overhead*. Biaya ini tidak tergantung pada volume pekerjaan tetapi tergantung pada jangka waktu pelaksanaan pekerjaan. Biaya tidak langsung akan naik apabila waktu pelaksanaan semakin lama karena biaya untuk gaji pegawai, biaya umum perkantoran tetap dan

biaya-biaya lainnya juga tetap dibayar. Unsur-unsur biaya tidak langsung antara lain :

a. Gaji Pegawai

Termasuk dalam unsur biaya ini adalah gaji maupun honor pegawai/karyawan tetap dan tidak tetap yang terlibat maupun tidak terlibat dalam proyek yang dibebankan dalam pembiayaan proyek tersebut.

b. Biaya Umum Perkantoran

Termasuk dalam unsur biaya ini adalah sewa gedung, biaya transportasi, rekening listrik, air, pajak, asuransi dan lain-lain.

c. Biaya Pengadaan Sarana Umum.

Perincian jelas pengeluaran biayanya adalah untuk pembangunan bangunan sementara, instalasi umum (listrik, air, telepon), peralatan umum yang digunakan selama masa proyek seperti pompa air, generator, dan lain-lain.

3. Biaya Kegunaan

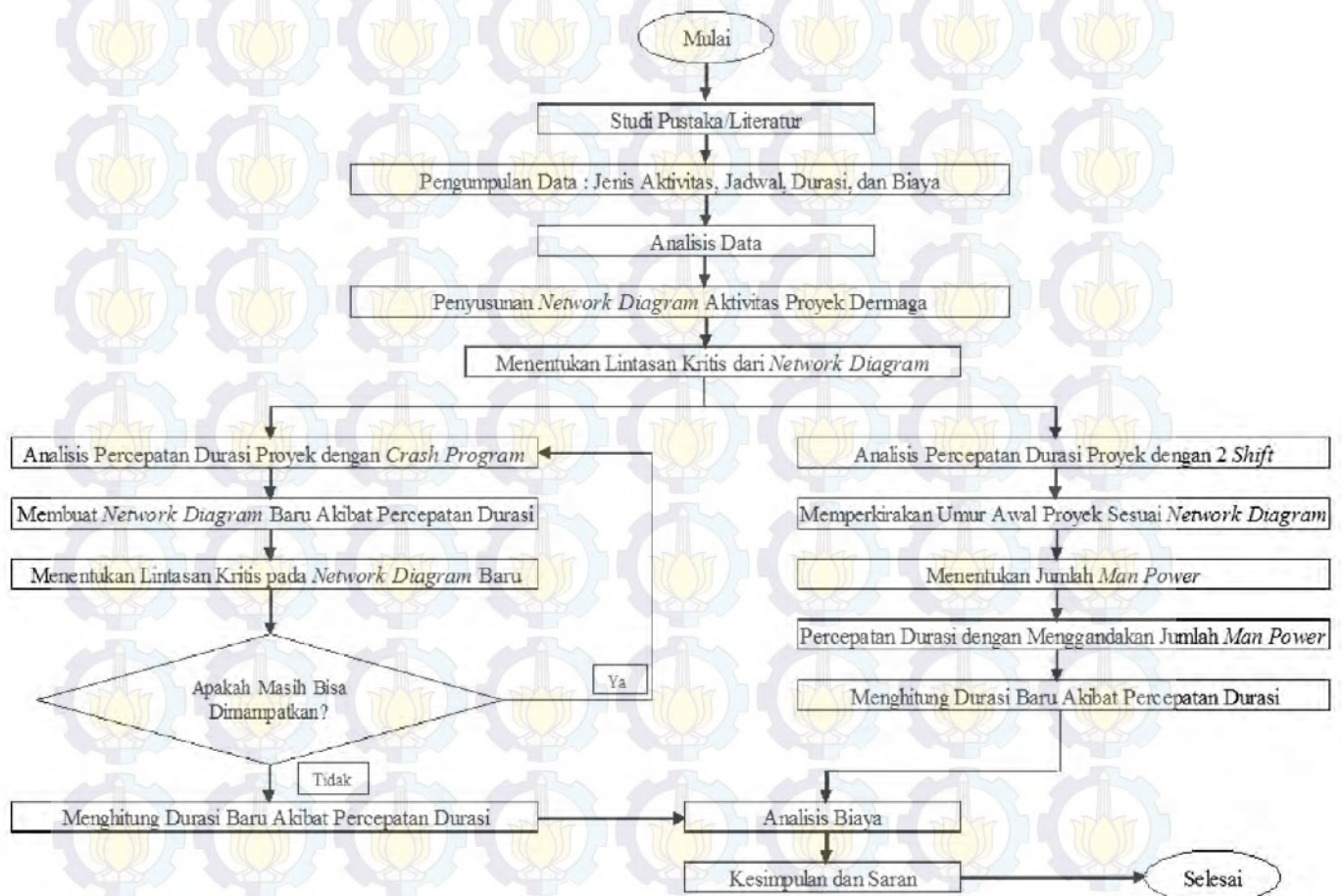
Biaya kegunaan adalah biaya-biaya yang berhubungan dengan waktu penyelesaian proyek yang berupa laba atau keuntungan potensial yang bisa diperoleh seandainya proyek bisa diselesaikan lebih cepat dan kerugian potensial seandainya terjadi penundaan.

Biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya kegunaan merupakan biaya total proyek yang menentukan waktu penyelesaian proyek optimal. Ketiganya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Walaupun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tetapi pada umumnya semakin lama proyek berjalan maka semakin tinggi kumulatif biaya yang diperlukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi adalah sekumpulan peraturan, kegiatan, dan prosedur yang digunakan untuk menganalisis teoritis mengenai suatu cara atau metode. Penelitian merupakan suatu penyelidikan yang sistematis untuk meningkatkan sejumlah pengetahuan. Pada bab ini akan diuraikan langkah-langkah pendekatan seperti pada gambar 3.1 yang dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian yang telah dirumuskan dalam tujuan penelitian.

3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dan langkah-langkah penelitian dalam tugas akhir ini dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi Pustaka/Literatur

Studi dan pengumpulan literatur sebagai bahan acuan dan sumber teori yang diperlukan dalam tugas akhir ini.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian tugas akhir ini meliputi jenis kegiatan pada proyek pembangunan dermaga, jadwal dan durasi kegiatan, ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya, perkiraan biaya serta elemen pendukung lainnya.

3. Analisis Data

Menganalisis data yang telah didapatkan dari instansi terkait berupa penentuan urutan kegiatan, perkiraan biaya serta dilengkapi dengan masing-masing waktu yang dibutuhkan.

4. Penyusunan *Network Diagram* Kegiatan Proyek Dermaga

Membuat diagram grafis jaringan kerja sesuai dengan urutan kegiatan, sehingga membentuk garis-garis seperti lintasan kegiatan.

5. Menentukan Lintasan Kritis dari *Network Diagram*

Setelah membuat jaringan kerja, maka dapat ditentukan lintasan kritis dan kegiatan mana saja yang menjadi kegiatan kritis. Dengan mengetahui lintasan kritis, kita bisa mengetahui umur proyek tersebut.

6. Percepatan Durasi dengan Metode CPM

a. Menganalisis percepatan durasi proyek dengan menggunakan metode *crash program*. Percepatan durasi dilakukan pada lintasan kritis dengan cara memperpendek durasi kegiatan kritis (pemampatan).

b. Membuat jaringan pekerjaan yang baru setelah adanya percepatan durasi proyek sehingga terjadi durasi baru.

c. Setelah membuat jaringan kerja tersebut, kemudian menentukan lintasan kritis kegiatan akibat adanya percepatan durasi proyek.

d. Melakukan peninjauan kembali apakah pemampatan masih bisa dilakukan atau tidak. Jika masih bisa, maka kembali dilakukan pemampatan dan jika tidak bisa dimampatkan lagi maka dapat langsung dilakukan langkah selanjutnya.

e. Menghitung durasi baru akibat percepatan durasi.

7. Percepatan Durasi dengan Metode 2 Shift

a. Memperkirakan umur awal proyek sesuai dengan jaringan kerja yang telah dibuat. Umur proyek ditentukan dari jaringan kerja yang memiliki durasi paling lama.

b. Menentukan jumlah *man power*. Setelah memperkirakan umur proyek, kita dapat menentukan jumlah *man power* yang terlibat dalam setiap kegiatan proyek.

c. Percepatan durasi dengan menggandakan jumlah *man power*. Dalam metode ini, percepatan durasi dilakukan dengan menambah jumlah *man power* 2 kali lipat dari jumlah *man power* jam kerja normal karena dilakukannya jam kerja 2 shift, yaitu *day shift* dan *night shift*.

d. Menghitung durasi baru akibat percepatan durasi dengan 2 shift.

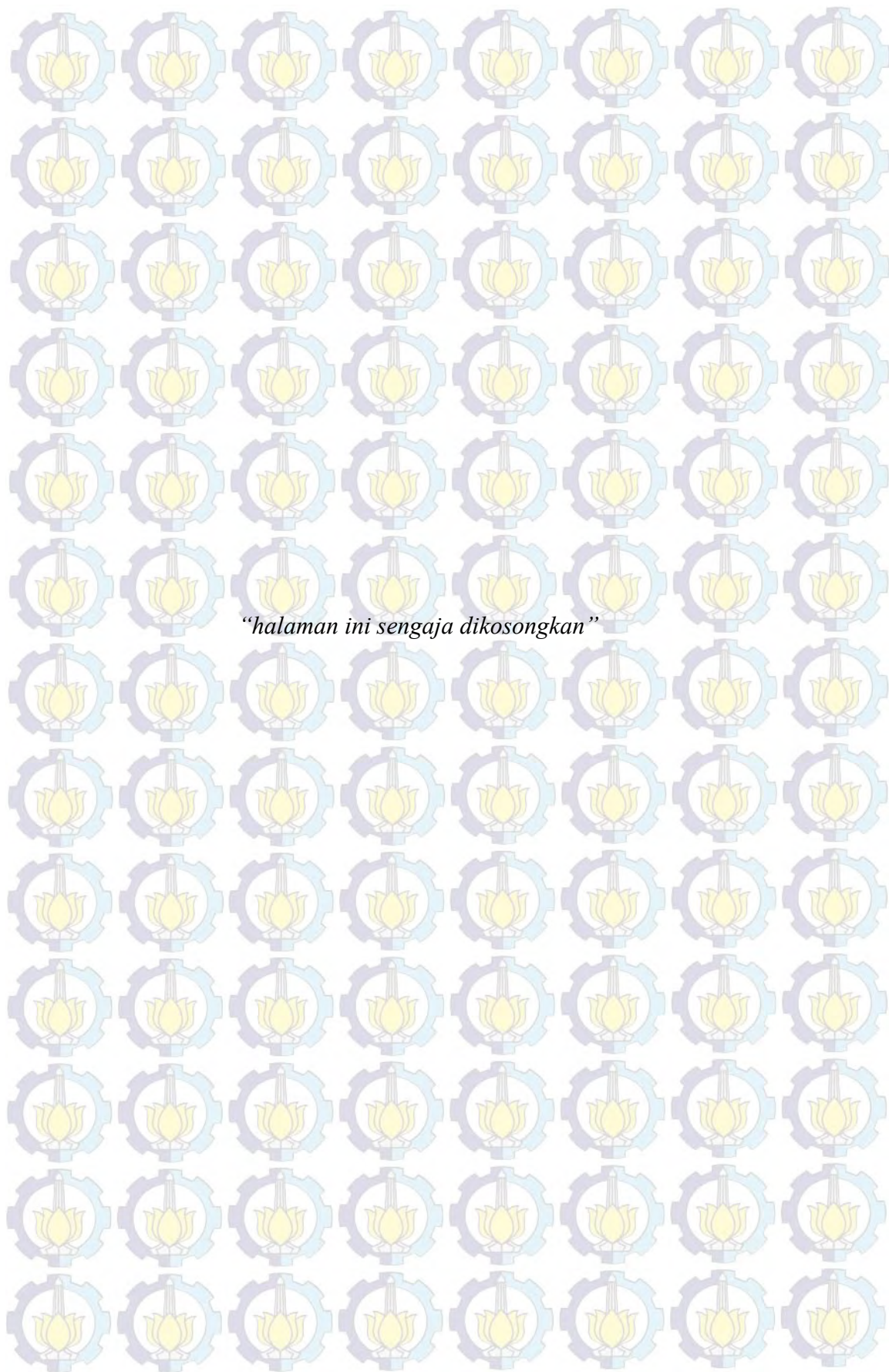
8. Analisis Biaya

Analisis biaya dilakukan untuk mengetahui jumlah biaya baru akibat dilakukannya percepatan durasi pada proyek.

9. Kesimpulan dan Saran

Mengambil kesimpulan dari hasil analisis penelitian yang dilakukan, yaitu mengenai durasi dan biaya proyek dermaga tersebut.

10. Menyusun Laporan.



BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Proyek

Dengan diberlakukannya UU No. 4 Tahun 1999 dan PerMent No. 7 Tahun 2012 mengenai pengolahan mineral dan batubara maka banyak perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan mineral mentah membuat sistem pengolahan mineral mentah menjadi bahan setengah jadi (*smelter*). Salah satu perusahaan tersebut adalah PT. Multi Baja Industri (MBI) yang bekerjasama dengan PT. Rimba Kurnia Alam (RKA). Dalam operasionalnya nanti, PT. Rimba Kurnia Alam adalah sebagai perusahaan penyedia bahan baku pembuatan feronikel (Fe-Ni) yaitu biji nikel. PT. RKA melakukan eksplorasi biji nikel di Pulau Mala-mala di daerah Kabupaten Halmahera Selatan. Sedangkan PT. MBI adalah sebagai perusahaan penyedia *smelting plant* atau sistem peleburan biji nikel dan bahan baku lain untuk membuat feronikel yang hasil produksi akhirnya adalah baja anti karat (*stainless steel*). Proyek EPC Pelabuhan Terminal Khusus Pabrik Pengolahan Nikel (Fe-Ni *Smelting Plant*) ini terletak pada bagian pantai utara Pulau Jawa, yaitu di Desa Purworejo, Kecamatan Jenu, Tuban, Jawa Timur seperti terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Dermaga (Dokumentasi Proyek)

Dalam perancangan *smelting plant* ini, PT. MBI membutuhkan adanya fasilitas dermaga untuk keperluan *loading* dan *unloading* material produksi maupun bahan bakunya, mengingat pengiriman material produksi serta pengadaan bahan baku didatangkan menggunakan transportasi laut.

Proyek ini sudah mulai dikerjakan dari September 2013 hingga saat ini (September 2014). Pemilik proyek ini adalah PT. Multi Baja Industri yang bekerjasama dengan PT. Utama Karya selaku kontraktor, PT. PROSYS Bangun Persada selaku konsultan pengawas, dan CV. Wahana Cipta selaku sub-kontraktor.

4.2 Perhitungan Jam Kerja

4.2.1 Perhitungan Jam Kerja Normal

Dalam satu minggu, waktu kerja pada proyek pembangunan dermaga ini terdiri dari enam hari, yaitu dari hari Senin sampai dengan hari Sabtu dan libur satu hari pada hari Minggu. Berikut adalah pembagian waktu kerja normal pada proyek ini, yaitu :

- Waktu kerja : 08.00 – 12.00
- Waktu istirahat : 12.00 – 13.00
- Waktu kerja : 13.00 – 16.00

Maka, waktu kerja efektif pada jam kerja normal dalam sehari adalah 7 jam. Sehingga, jumlah jam kerja efektif pada jam kerja normal dalam satu minggu adalah :

$$7 \text{ jam} \times 6 = 42 \text{ jam}$$

4.2.2 Perhitungan Jam Kerja Normal dan Lembur

Untuk jam kerja normal dan lembur dapat dirincikan sebagai berikut:

a. Jam Kerja Normal

- Waktu kerja : 08.00 - 12.00
- Waktu istirahat : 12.00 - 13.00
- Waktu kerja : 13.00 - 16.00

b. Jam Kerja Lembur

- Waktu kerja : 16.00 - 17.00
- Waktu istirahat : 17.00 - 19.00
- Waktu kerja : 19.00 - 22.00

Maka, waktu kerja efektif pada jam kerja normal + jam kerja lembur dalam satu hari adalah $7 \text{ jam} + 4 \text{ jam} = 11 \text{ jam}$. Jadi, jumlah jam kerja efektif pada jam kerja normal + jam kerja lembur dalam satu minggu adalah $11 \text{ jam} \times 6 = 66 \text{ jam}$.

4.2.3 Perhitungan Jam Kerja 2 Shift

Untuk opsi perhitungan jam kerja 2 shift, yaitu *day shift* dan *night shift*, pembagian waktunya kerjanya adalah sebagai berikut:

a. Jam Kerja *Day Shift*

- Waktu kerja : 08.00 – 12.00
- Waktu istirahat : 12.00 – 13.00
- Waktu kerja : 13.00 – 16.00

b. Jam Kerja *Night Shift*

- Waktu kerja : 19.00 – 23.00
- Waktu istirahat : 23.00 – 01.00
- Waktu kerja : 01.00 – 04.00

Maka, waktu kerja efektif pada jam kerja *day shift* + jam kerja *night shift* dalam satu hari adalah $7 + 7 = 14 \text{ jam}$. Jadi, jumlah jam kerja efektif pada jam kerja *day shift* + jam kerja *night shift* dalam satu minggu adalah: $14 \text{ jam} \times 6 = 84 \text{ jam}$.

4.3 Pekerjaan Pembangunan Dermaga

4.3.1 *Network Planning* Proyek

Sebelum dilakukan pemampatan waktu, diperlukan jaringan kerja (*network planning*) dari proyek pembangunan dermaga tersebut. Penyusunan pekerjaan ini dibutuhkan karena adanya koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan pekerjaan yang kompleks, yang saling berhubungan dan saling tergantung satu sama lain. Hal ini dilakukan agar perencanaan dan pengawasan kegiatan proyek dapat dilakukan secara sistematis, sehingga dapat diperoleh efisiensi kerja. Selain itu, *network planning* juga dapat digunakan sebagai alat

pengawasan yang cukup baik untuk menyelesaikan proyek. Diagram *network* merupakan kerangka penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Syarat yang harus dipenuhi untuk dapat membuat *network planning* adalah mengetahui jenis-jenis kegiatan yang akan dilakukan pada proyek, *dependency* yaitu hubungan ketergantungan antar kegiatan, dan durasi dari masing-masing kegiatan yang ada. *Dependency* sendiri menunjukkan kegiatan mana saja yang harus dilakukan sebelum dan setelah suatu kegiatan berjalan, sehingga pengerjaan dapat dilakukan berurutan. Sedangkan durasi kegiatan menentukan seberapa lama kegiatan tersebut dapat dilaksanakan. Selain itu, penting diketahui durasi kegiatan berlangsung untuk memperkirakan umur proyek dari penjumlahan kegiatan-kegiatan yang berada pada jalur kritis. Berikut dapat dilihat pada Tabel 4.1 yang memperlihatkan jenis kegiatan, *dependency*, dan durasi dari masing-masing kegiatan pengerjaan proyek EPC Pelabuhan Khusus Pabrik Pengelohan Nikel (Fe-Ni *Smelting Plant*), yaitu :

Tabel 4.1 Waktu dan Kegiatan Kerja

Kode	Kegiatan	K	D
A	Pengadaan CSP dia. 500 t=90 mm	-	24
B	Pemindahan Tiang ke Posisi Titik Pancang	A	6
C	Sepatu Tiang - Baja dia. 500 mm	B	6
D	Pemancangan Concrete Spun Pile di Air dia. 500 mm	C	30
E	Sambungan Tiang dia. 500 mm	D	6
F	Pemotongan Tiang dia. 500 mm	E	30
G	Cover Plate Tiang dia. 500 mm	F	6
H	Wrapping Sambungan Tiang Pancang	E	6
I	PDA Test	D	6
J	PIT Test	D	6
K	Expansion Joint Rubber	G	24
L	Temporary Causeway	-	6
M	Batu 20-40 kg	L	6
N	Batu 40-80 kg	M	6
O	Urugan Sirtu Padat CBR 70 %	N,R	6
P	Pekerjaan Urugan Base Coarse (Batu Pecah 5/7, 3/5, 2/3 dan 1/2)	O	6

Tabel 4.1 Waktu dan Kegiatan Kerja (Lanjutan)

Kode	Kegiatan	K	D
Q	Pekerjaan Lantai Kerja, Tebal 5 cm	P	6
R	Timbunan Pasir	L	6
S	Geotextile Non Woven 600 gr/m ²	L	6
T	Pengadaan & Pemas. Geobag Geotex.Non Woven 600gr/m ²	S	6
U	Urugan Tanah dalam Geobag	T	6
V	Timbunan Tanah	U	6
W	Plat fc' 35 Mpa Semen Type PPC	-	24
X	Balok Precast 40x50 cm Semen Type PPC	-	42
Y	Coating Tiang Pancang	G	66
Z	Beton Pengisi Tiang L=1.5 m Semen Type PPC	G	24
AA	Pile Cap Semen Type PPC	X,W,Z	24
AB	Plat Lantai Semen Type PPC	AA	18
AC	Plat Sayap Semen Type PPC	AB	6
AD	Plat Injak Semen Type PPC	AC	6
AE	Abutment (Bt. Kali)	G	6
AF	Pengadaan & Pasang Handrail Trestle di. 3" Galvnanis Medium	AD	6
AG	Balok Pondasi Sloof Handrail 15/20; Camp 1 : 2 : 3	AF	12
AH	Kolom Handrail 15/25; Camp 1 : 2 : 3 A	AF	6
AI	Pemasangan Lampu SON 400 Watt	AG,AH	12
AJ	Pemasangan Box Panel Utama (Panjang 374 m)	AG	6
AK	Pedestal Tiang Listrik 60x60 cm Tinggi 0.5 m untuk SON 400 Watt	AI,AJ	6
AL	Pemasangan Tiang Lampu Galvnanis Medium A Tinggi 12 m	AK	6
AM	Pemasangan Kabel Instalasi Distribusi (Incl Cable Tray)	AL	6
AN	Fender Penahan Tongkang Hanyut	AD	18

Keterangan : K = Ketergantungan

D = Durasi (Hari)

Dari Tabel 4.1 diatas, maka dengan ketergantungan tiap kegiatan yang telah diketahui kemudian dapat dibuat *network diagram* awal pembangunan dermaga seperti yang terlampir pada lampiran A.

4.3.2 *Earliest Event Time (EET)/Hitungan Maju*

Earliest Event Time (EET) atau hitungan maju adalah suatu peristiwa yang mungkin terjadi, dan tidak mungkin terjadi sebelumnya. Manfaat ditetapkannya hitungan maju dari suatu peristiwa adalah untuk mengetahui waktu paling awal atau paling cepat untuk memulai pelaksanaan kegiatan-kegiatan dari suatu peristiwa atau *event* yang bersangkutan. Hitungan maju diperoleh dengan cara menambahkan waktu pendahulu dengan durasi kegiatan. Jika terdapat dua kegiatan pendahulu, maka dipilih pendahulu dengan penjumlahan dengan durasi kegiatan yang paling besar. Hasil perhitungan hitungan maju yang diperoleh dari *network diagram* seperti yang terlihat pada tabel 4.2.

Berdasarkan perhitungan hitungan maju dari tabel 4.2, EET j didapat dengan rumus = EET i + durasi, namun untuk peristiwa tertentu yang dilalui oleh 2 atau lebih kegiatan sebelum peristiwa tersebut, maka untuk EET j yang diambil adalah EET j yang memiliki durasi terbesar. Pada tugas akhir ini dapat diambil contoh pada *network planning* peristiwa nomor 21. Pada peristiwa tersebut sebelumnya terdapat 3 kegiatan, yaitu kegiatan G, H, dan J. Kegiatan G memiliki nilai EET j 108, kegiatan H memiliki nilai EET j 78, dan kegiatan J memiliki nilai EET j 78. dengan demikian, nilai EET j yang diambil untuk peristiwa nomor 21 adalah EET j kegiatan G. Hal ini karena nilai EET j kegiatan G merupakan nilai terbesar, yaitu 108.

Berikut adalah tabel 4.2 yang merupakan hasil perhitungan hitungan maju yang diperoleh dari *network diagram* pada pengerjaan pembangunan dermaga, yaitu:

Tabel 4.2 *Earliest Event Time* atau Hitungan Maju dari *Network Planning*

No.	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Maju (EET)	
			EET i	EET j
1	A	24	0	24
2	B	6	24	30
3	C	6	30	36
4	D	30	36	66
5	E	6	66	72
6	F	30	72	102
7	G	6	102	108
8	H	6	72	78
9	I	6	66	72
10	J	6	72	108
11	K	24	108	132
12	L	6	0	6
13	M	6	6	12
14	N	6	12	18
15	O	6	18	24
16	P	6	24	30
17	Q	6	30	132
18	R	6	6	12
19	S	6	6	12
20	T	6	12	18
21	U	6	18	24
22	V	6	24	132
23	W	24	0	24
24	X	42	0	42
25	Y	66	108	234
26	Z	24	108	132
27	AA	24	132	156
28	AB	18	156	174
29	AC	6	174	180
30	AD	6	180	186
31	AE	6	108	186
32	AF	6	186	192
33	AG	12	192	204
34	AH	6	192	198
35	AI	12	204	216
36	AJ	6	204	210
37	AK	6	216	222
38	AL	6	222	228
39	AM	6	228	234
40	AN	18	186	204

dengan :

EET i = Saat Paling Awal Peristiwa Awal

EET j = Saat Paling Awal Peristiwa Akhir

4.3.3 Latest Event Time (LET)/Hitungan Mundur

Latest Event Time (LET) atau hitungan mundur adalah saat paling akhir atau saat paling lambat suatu peristiwa boleh terjadi, dan tidak boleh sesudahnya sehingga memungkinkan proyek selesai pada waktu yang direncanakan. Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir dapat memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan, tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang telah dihasilkan dari hitungan maju. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan, yaitu dari hari terakhir penyelesaian proyek pada jaringan kerja atau *network planning*. Hitungan mundur diperoleh dengan cara mengurangi waktu *successor* (waktu setelah kegiatan) dengan durasi kegiatan. Jika terdapat dua kegiatan *successor*, maka dipilih kegiatan dengan hasil perhitungan durasi kegiatan yang paling kecil. Hasil perhitungan hitungan mundur yang diperoleh dari *network diagram* seperti yang terlihat pada tabel 4.3.

Berdasarkan perhitungan hitungan mundur pada tabel 4.3, LET i didapat dengan rumus $= \text{LET } j - \text{durasi}$, namun untuk peristiwa tertentu yang dilalui oleh 2 kegiatan atau lebih setelah peristiwa tersebut, maka untuk LET i yang diambil adalah LET i yang memiliki durasi terkecil. Pada tugas akhir ini dapat diambil contoh pada *network planning* peristiwa nomor 27. Pada peristiwa tersebut setelahnya terdapat 2 kegiatan, yaitu kegiatan AF dan AN. Kegiatan AF memiliki nilai LET i 186 sedangkan kegiatan AN memiliki nilai LET i 216. dengan demikian, nilai LET i yang diambil untuk peristiwa nomor 27 adalah nilai LET i kegiatan AF. Hal ini karena nilai LET i kegiatan AF merupakan nilai terkecil, yaitu 186.

Berikut adalah tabel 4.3 yang merupakan hasil perhitungan hitungan mundur pada pengerjaan pembangunan dermaga, yaitu:

Tabel 4.3 *Latest Event Time* atau Hitungan Mundur dari *Network Planning*

No.	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Mundur (LET)	
			LET i	LET j
1	A	24	0	24
2	B	6	24	30
3	C	6	30	36
4	D	30	36	66
5	E	6	66	72
6	F	30	72	102
7	G	6	102	108
8	H	6	72	108
9	I	6	66	102
10	J	6	102	108
11	K	24	108	234
12	L	6	0	102
13	M	6	102	108
14	N	6	108	114
15	O	6	114	120
16	P	6	120	126
17	Q	6	126	132
18	R	6	102	114
19	S	6	102	114
20	T	6	114	120
21	U	6	120	126
22	V	6	126	132
23	W	24	0	132
24	X	42	0	132
25	Y	66	108	234
26	Z	24	108	132
27	AA	24	132	156
28	AB	18	156	174
29	AC	6	174	180
30	AD	6	180	186
31	AE	6	108	186
32	AF	6	186	192
33	AG	12	192	204
34	AH	6	192	204
35	AI	12	204	216
36	AJ	6	204	216
37	AK	6	216	222
38	AL	6	222	228
39	AM	6	228	234
40	AN	18	186	234

dengan :

LET i = Saat Paling Lambat Peristiwa awal

LET j = Saat Paling Lambat Peristiwa akhir

4.3.4 Menentukan Lintasan Kritis dari *Network Planning*

Setelah membuat *network diagram* beserta penentuan nilai hitungan maju dan hitungan mundur dari pengerjaan pembangunan dermaga, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *total float* (TF). *Total float* ini digunakan untuk mengidentifikasi kegiatan kritis pada proyek tersebut. Kegiatan kritis didapatkan apabila nilai *total float* = 0. Kemudian setelah mengetahui kegiatan-kegiatan yang memiliki nilai *total float* = 0, maka kegiatan – kegiatan tersebut merupakan kegiatan yang masuk dalam lintasan kritis, yaitu lintasan yang memiliki durasi pelaksanaan paling panjang yang menentukan lamanya penyelesaian jaringan kerja. Hasil perhitungan hitungan maju, hitungan mundur, dan *total float* yang diperoleh dari *network diagram* pada pembangunan dermaga seperti yang terlihat pada tabel 4.4.

Berdasarkan perhitungan hitungan maju, hitungan mundur, dan *total float* pada tabel 4.4, dapat diketahui kegiatan-kegiatan mana saja yang mempunyai waktu kritis dalam pelaksanaannya. Kegiatan kritis didapatkan apabila hasil perhitungan *total float* mempunyai nilai nol dengan menggunakan rumus 4.1 dibawah ini. Berikut adalah lintasan kritis yang terbentuk pada *network planning* pembangunan dermaga tersebut dengan total durasi pengerjaan selama 234 hari, yaitu yang melalui kegiatan-kegiatan:

- A-B-C-D-E-F-G-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM

Berikut adalah Tabel 4.4 mengenai hitungan maju, hitungan mundur, dan *total float* tiap kegiatan pembangunan dermaga pada durasi normal.

Total float didapatkan berdasarkan rumus dibawah ini (Santosa, 2009):

$$TF = LET_j - Durasi - EET_i \dots\dots\dots(4.1)$$

Tabel 4.4 Hitungan Maju, Hitungan Mundur, dan *Total Float* Durasi Normal

No.	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Maju (EET)		Perhitungan Mundur (LET)		Total Float
			EET i	EET j	LET i	LET j	
1	A	24	0	24	0	24	0
2	B	6	24	30	24	30	0
3	C	6	30	36	30	36	0
4	D	30	36	66	36	66	0
5	E	6	66	72	66	72	0
6	F	30	72	102	72	102	0
7	G	6	102	108	102	108	0
8	H	6	72	78	72	108	30
9	I	6	66	72	66	102	30
10	J	6	72	108	102	108	30
11	K	24	108	132	108	234	102
12	L	6	0	6	0	102	96
13	M	6	6	12	102	108	96
14	N	6	12	18	108	114	96
15	O	6	18	24	114	120	96
16	P	6	24	30	120	126	96
17	Q	6	30	132	126	132	96
18	R	6	6	12	102	114	102
19	S	6	6	12	102	114	102
20	T	6	12	18	114	120	102
21	U	6	18	24	120	126	102
22	V	6	24	132	126	132	102
23	W	24	0	24	0	132	108
24	X	42	0	42	0	132	90
25	Y	66	108	234	108	234	60
26	Z	24	108	132	108	132	0
27	AA	24	132	156	132	156	0
28	AB	18	156	174	156	174	0
29	AC	6	174	180	174	180	0
30	AD	6	180	186	180	186	0
31	AE	6	108	186	108	186	72
32	AF	6	186	192	186	192	0
33	AG	12	192	204	192	204	0
34	AH	6	192	198	192	204	6
35	AI	12	204	216	204	216	0
36	AJ	6	204	210	204	216	6
37	AK	6	216	222	216	222	0
38	AL	6	222	228	222	228	0
39	AM	6	228	234	228	234	0
40	AN	18	186	204	186	234	30

dengan :

EET i = Saat Paling Awal Peristiwa Awal

EET j = Saat Paling Awal Peristiwa Akhir

LET i = Saat Paling Lambat Peristiwa awal

LET j = Saat Paling Lambat Peristiwa akhir

- Durasi Setiap Lintasan yang Terbentuk pada *Network Planning*

Pada *network planning* (lampiran A) yang telah dibuat, terdapat banyak lintasan pengerjaan yang terbentuk dengan nilai durasi yang berbeda – beda setiap lintasannya. Pada tabel 4.5 dibawah ini dibahas mengenai lintasan – lintasan yang terbentuk serta durasi pengerjaan setiap lintasannya. Berikut adalah durasi setiap lintasan yang terbentuk, yaitu:

Tabel 4.5 Durasi Setiap Lintasan pada *Network Planning*

No.	Lintasan Kegiatan	Durasi (Hari)
1	A-B-C-D-E-F-G-K	132
2	A-B-C-D-I-J-K	102
3	A-B-C-D-E-H-K	102
4	A-B-C-D-E-F-G-Y	174
5	A-B-C-D-I-J-Y	144
6	A-B-C-D-E-H-Y	144
7	A-B-C-D-E-F-G-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AI-AK-AL-AM	234
8	A-B-C-D-I-J-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AI-AK-AL-AM	204
9	A-B-C-D-E-H-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AI-AK-AL-AM	204
10	A-B-C-D-E-F-G-Z-AA-AB-AC-AD-AN	204
11	A-B-C-D-I-J-Z-AA-AB-AC-AD-AN	174
12	A-B-C-D-E-H-Z-AA-AB-AC-AD-AN	174
13	A-B-C-D-E-F-G-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM	228
14	A-B-C-D-I-J-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM	198
15	A-B-C-D-E-H-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM	198
16	A-B-C-D-E-F-G-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	222
17	A-B-C-D-I-J-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	192
18	A-B-C-D-E-H-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	192
19	A-B-C-D-E-F-G-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	228
20	A-B-C-D-I-J-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	198
21	A-B-C-D-E-H-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	198

Tabel 4.5 Durasi Setiap Lintasan pada *Network Planning* (Lanjutan)

No.	Lintasan Kegiatan	Durasi (Hari)
22	A-B-C-D-E-F-G-AE-AF-AG-AI-AK-AL-AM	162
23	A-B-C-D-I-J-AE-AF-AG-AI-AK-AL-AM	132
24	A-B-C-D-E-H-AE-AF-AG-AI-AK-AL-AM	132
25	A-B-C-D-E-F-G-AE-AN	132
26	A-B-C-D-I-J-AE-AN	102
27	A-B-C-D-E-H-AE-AN	102
28	A-B-C-D-E-F-G-AE-AF-AH-AI-AK-AL-AM	156
29	A-B-C-D-I-J-AE-AF-AH-AI-AK-AL-AM	126
30	A-B-C-D-E-H-AE-AF-AH-AI-AK-AL-AM	126
31	A-B-C-D-E-F-G-AE-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	150
32	A-B-C-D-I-J-AE-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	120
33	A-B-C-D-E-H-AE-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	120
34	A-B-C-D-E-F-G-AE-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	156
35	A-B-C-D-I-J-AE-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	126
36	A-B-C-D-E-H-AE-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	126
37	L-M-N-O-P-Q-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AI-AK-AL-AM	138
38	L-M-N-O-P-Q-AA-AB-AC-AD-AN	108
39	L-M-N-O-P-Q-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM	132
40	L-M-N-O-P-Q-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	126
41	L-M-N-O-P-Q-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	132
42	L-R-O-P-Q-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AI-AK-AL-AM	132
43	L-R-O-P-Q-AA-AB-AC-AD-AN	102
44	L-R-O-P-Q-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM	126
45	L-R-O-P-Q-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	120
46	L-R-O-P-Q-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	126
47	L-S-T-U-V-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AI-AK-AL-AM	132
48	L-S-T-U-V-AA-AB-AC-AD-AN	102
49	L-S-T-U-V-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM	126
50	L-S-T-U-V-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	120
51	L-S-T-U-V-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	126
52	W-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AI-AK-AL-AM	126
53	W-AA-AB-AC-AD-AN	96
54	W-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM	120
55	W-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	114
56	W-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	120
57	X-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AI-AK-AL-AM	144
58	X-AA-AB-AC-AD-AN	114
59	X-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM	138
60	X-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AJ-AK-AL-AM	132
61	X-AA-AB-AC-AD-AF-AG-AJ-AK-AL-AM	138

keterangan :  = Lintasan Kritis

Berdasarkan data durasi setiap lintasan yang didapat dari *network planning* seperti diatas, maka dapat diketahui lintasan kritis dari pengerjaan pembangunan dermaga tersebut. Lintasan kritis yang terbentuk sama seperti yang dihasilkan dengan perhitungan EET dan LET diatas, yaitu lintasan yang melalui kegiatan A-B-C-D-E-F-G-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM dengan total durasi 234 hari.

4.4 Penerapan *Crash Program*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya di bab II, prosedur mempercepat umur proyek adalah sebagai berikut (Ali, 1992):

- Membuat *network diagram* dengan nomor-nomor peristiwa sama seperti semula dengan lama kegiatan perkiraan baru untuk langkah ulangan, dan sama dengan semula untuk langkah siklus utama
- Dengan dasar EET peristiwa awal, $EET_1 = 0$, dihitung EET lainnya. Umur perkiraan proyek (UPER) = EET peristiwa akhir (EET_m , m adalah nomor peristiwa akhir network diagram atau nomor maksimal peristiwa)
- Dengan dasar LET peristiwa akhir network diagram (LET_m) = umur proyek direncanakan setelah dipercepat (UREN), dihitung LET semua peristiwa
- Menghitung TF semua kegiatan yang ada. Bila tidak ada TF yang berharga negatif, proses perhitungan selesai. Bila masih ada TF berharga negatif, lanjutkan ke langkah berikutnya

$$Total\ Float = LET - L - EET$$

- Lama kegiatan dari peristiwa tersebut diatas adalah L_n , n adalah nomor urut kegiatan tersebut dalam satu lintasan. $n = 1, 2, 3, \dots, z$
- Menghitung lama kegiatan baru dari kegiatan tersebut diatas (langkah ke-e dan f) dengan menggunakan rumus:

$$L_n(\text{baru}) = L_n(\text{lama}) + \frac{L_n(\text{lama})}{L_i} \times (UREN - UPER) \dots \dots \dots (4.2)$$

Ket:

Ln (baru) = Lama kegiatan baru

Ln (lama) = Lama kegiatan lama

Li = Jumlah lama kegiatan pada satu lintasan yg harus dipercepat

UREN = Umur rencana proyek setelah dipercepat

UPER = Umur perkiraan proyek

g. Kembali ke langkah “a”.

4.4.1 Skenario Pemampatan Pertama

Setelah mendapatkan pola *network diagram* yang sesuai dengan jadwal lama (lampiran A), selanjutnya menentukan waktu percepatan proyek, dimana waktu yang awalnya 234 hari akan dipercepat selama 34 hari menjadi 200 hari. Hal ini berdasarkan kenyataan dilapangan, untuk 1 minggu dapat mengerjakan kurang lebih 4 as. Untuk saat ini pengerjaan pembangunan dermaga mencapai 50 as. Sedangkan untuk mencapai *jetty*, pada rencananya *jetty* terletak pada as 66. Sehingga dengan demikian masih membutuhkan 16 as untuk mencapai *jetty*. Dengan ketentuan 4 as/minggu, maka untuk 16 as dapat dikerjakan selama 4 minggu dengan penambahan 10 hari sebagai antisipasi kemoloran waktu pengerjaan percepatan. Skenario pemampatan pertama yang telah dipercepat selama 200 hari namun masih menggunakan durasi lama terlampir pada lampiran B. Setelah dilakukan pemampatan pertama, selanjutnya akan dihitung kembali nilai hitungan maju (EET) dan nilai hitungan mundur (LET) dari setiap kegiatan dimana durasi seluruh kegiatannya telah dipercepat selama 34 hari menjadi 200 hari seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini. Kemudian dapat menghitung nilai *total float* yang dapat dihitung dengan rumus (Santosa, 2009):

$$TF = LET_j - L - EET_i \dots\dots\dots(4.3)$$

Adapun hasil perhitungan hitungan maju (EET), hitungan mundur (LET), dan *total float* pada durasi proyek yang telah dipercepat selama 34 hari yang ada pada masing – masing kegiatan sesuai *network diagram* pada skenario pemampatan yang pertama adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 EET, LET, dan *Total Float* Pada Skenario Pemampatan Pertama

No.	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Maju (EET)		Perhitungan Mundur (LET)		Total Float
			EET i	EET j	LET i	LET j	
1	A	24	0	24	0	-10	-34
2	B	6	24	30	-10	-4	-34
3	C	6	30	36	-4	2	-34
4	D	30	36	66	2	32	-34
5	E	6	66	72	32	38	-34
6	F	30	72	102	38	68	-34
7	G	6	102	108	68	74	-34
8	H	6	72	78	38	74	-4
9	I	6	66	72	32	68	-4
10	J	6	72	108	68	74	-4
11	K	24	108	132	74	200	68
12	L	6	0	6	-34	68	62
13	M	6	6	12	68	74	62
14	N	6	12	18	74	80	62
15	O	6	18	24	80	86	62
16	P	6	24	30	86	92	62
17	Q	6	30	132	92	98	62
18	R	6	6	12	68	80	68
19	S	6	6	12	68	80	68
20	T	6	12	18	80	86	68
21	U	6	18	24	86	92	68
22	V	6	24	132	92	98	68
23	W	24	0	24	-34	98	74
24	X	42	0	42	-34	98	56
25	Y	66	108	234	74	200	26
26	Z	24	108	132	74	98	-34
27	AA	24	132	156	98	122	-34
28	AB	18	156	174	122	140	-34
29	AC	6	174	180	140	146	-34
30	AD	6	180	186	146	152	-34
31	AE	6	108	186	74	152	38
32	AF	6	186	192	152	158	-34
33	AG	12	192	204	158	170	-34
34	AH	6	192	198	158	170	-28
35	AI	12	204	216	170	182	-34
36	AJ	6	204	210	170	182	-28
37	AK	6	216	222	182	188	-34
38	AL	6	222	228	188	194	-34
39	AM	6	228	234	194	200	-34
40	AN	18	186	204	152	200	-4

Dari hasil perhitungan *total float* diatas dapat dilihat bahwa masih ada *total float* yang bernilai negatif dengan harga paling minimal adalah -34. Kegiatan-kegiatan tersebut adalah kegiatan A, B, C, D, E, F, G, Z, AA, AB, AC, AD, AF, AG, AI, AK, AL, dan AM.

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa kegiatan - kegiatan yang memiliki nilai *total float* negatif merupakan kegiatan - kegiatan yang dilalui oleh lintasan kritis. Secara umum, cara pemampatannya adalah dengan menghilangkan *total float* yang bernilai negatif dengan sistem mendistribusikan pada kegiatan – kegiatan yang lain secara proporsional. Perhitungan pemampatan waktu dimulai dari EET paling awal = 0 sampai saat kejadian paling lambat dengan waktu perencanaan baru yaitu 200 hari.

- UPER (Waktu Perkiraan Proyek) = 234 hari
- UREN (Waktu Perencanaan Baru) = 200 hari
- Jangka Waktu Pemampatan = UPER – UREN
= 234 – 200 = 34 hari
- EET 1 (Saat Peristiwa Paling Awal) = 0
- LET 36 (Saat Peristiwa Paling Lambat) = 200

Untuk perhitungan durasi baru ini, hanya menghitung durasi baru untuk kegiatan yang memiliki *total float* paling besar yaitu -34. Oleh karena itu, analisis pemampatan waktu dilanjutkan dengan menghitung durasi baru pada kegiatan - kegiatan A, B, C, D, E, F, G, Z, AA, AB, AC, AD, AF, AG, AI, AK, AL, dan AM dengan menggunakan rumus (Ali, 1992):

$$Ln \text{ (baru)} = Ln \text{ (lama)} + Ln \text{ (lama)} / Li * (UREN - UPER) \dots\dots\dots(4.4)$$

Berikut ini adalah durasi lama serta durasi baru yang terbentuk pada kegiatan - kegiatan yang mengalami perubahan durasi setelah dilakukan skenario pemampatan pertama, seperti pada tabel 4.7 dengan menggunakan rumus 4.4, yaitu :

Tabel 4.7 Durasi Lama dan Durasi Baru Setelah Dilakukan Skenario Pemampatan Pertama

Kode Kegiatan	EET i	Durasi Lama (Hari)	LET j	Total Float	Durasi Baru (Hari)
	(1)	(2)	(3)	(4)=(3)-(2)-(1)	(5)=(2)+[(2)/234*(4)]
A	0	24	-10	-34	21
B	24	6	-4	-34	5
C	30	6	2	-34	5
D	36	30	32	-34	26
E	66	6	38	-34	5
F	72	30	68	-34	26
G	102	6	74	-34	5
Z	108	24	98	-34	21
AA	132	24	122	-34	21
AB	156	18	140	-34	15
AC	174	6	146	-34	5
AD	180	6	152	-34	5
AF	186	6	158	-34	5
AG	192	12	170	-34	10
AI	204	12	182	-34	10
AK	216	6	188	-34	5
AL	222	6	194	-34	5
AM	228	6	200	-34	5

Setelah mengetahui nilai durasi baru untuk beberapa kegiatan yang mengalami pemampatan, maka langkah selanjutnya adalah menerapkan durasi baru tersebut ke dalam *network planning* yang baru. Kemudian untuk menganalisis kembali percepatan durasinya dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah metode *crash program* yang telah diterapkan pada skenario pemampatan pertama. Kemudian menghitung *total float* setiap kegiatan dengan menggunakan durasi baru dari hasil perhitungan skenario pemampatan pertama.

4.4.2 Skenario Pemampatan Kedua

Setelah dilakukan skenario pemampatan pertama, langkah selanjutnya adalah memasukkan durasi baru yang didapatkan setelah dilakukan pemampatan pertama pada *network diagram*. *Network diagram* pada skenario pemampatan ini dapat dilihat pada lampiran C. Langkah selanjutnya adalah menghitung kembali

nilai hitungan maju (EET) dan nilai hitungan mundur (LET) pada *network diagram* yang telah dimasukkan durasi baru pembangunan dermaga setelah pemampatan pertama. Setelah diketahui nilai hitungan maju dan nilai hitungan mundur, maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *total float* pada masing - masing kegiatan seperti yang dilakukan pada pemampatan pertama. Nilai perhitungan hitungan maju (EET), hitungan mundur (LET), dan *total float* dengan durasi baru setelah pemampatan pertama seperti yang terlihat pada tabel 4.8.

Berikut adalah tabel 4.8 mengenai hasil perhitungan hitungan maju, hitungan mundur, dan *total float* setelah menerapkan durasi baru pada *network planning* yang baru, yaitu:

Tabel 4.8 EET, LET, dan TF Setiap Kegiatan dengan Durasi Baru dari Skenario Pemampatan Pertama

No.	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Maju (EET)		Perhitungan Mundur (LET)		Total Float
			EET i	EET j	LET i	LET j	
1	A	21	0	21	0	21	0
2	B	5	21	26	21	26	0
3	C	5	26	31	26	31	0
4	D	26	31	57	31	57	0
5	E	5	57	62	57	62	0
6	F	26	62	88	62	88	0
7	G	5	88	93	88	93	0
8	H	6	62	68	62	93	25
9	I	6	57	63	57	87	24
10	J	6	63	93	87	93	24
11	K	24	93	117	93	200	83
12	L	6	0	6	0	84	78
13	M	6	6	12	84	90	78
14	N	6	12	18	90	96	78
15	O	6	18	24	96	102	78
16	P	6	24	30	102	108	78
17	Q	6	30	114	108	114	78
18	R	6	6	12	84	96	84
19	S	6	6	12	84	96	84
20	T	6	12	18	96	102	84
21	U	6	18	24	102	108	84

Tabel 4.8 EET, LET, dan TF Setiap Kegiatan dengan Durasi Baru dari Skenario Pemampatan Pertama (Lanjutan)

No.	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Maju (EET)		Perhitungan Mundur (LET)		Total Float
			EET i	EET j	LET i	LET j	
22	V	6	24	114	108	114	84
23	W	24	0	24	0	114	90
24	X	42	0	42	0	114	72
25	Y	66	93	200	93	200	41
26	Z	21	93	114	93	114	0
27	AA	21	114	135	114	135	0
28	AB	15	135	150	135	150	0
29	AC	5	150	155	150	155	0
30	AD	5	155	160	155	160	0
31	AE	6	93	160	93	160	61
32	AF	5	160	165	160	165	0
33	AG	10	165	175	165	175	0
34	AH	6	165	171	165	175	4
35	AI	10	175	185	175	185	0
36	AJ	6	175	181	175	185	4
37	AK	5	185	190	185	190	0
38	AL	5	190	195	190	195	0
39	AM	5	195	200	195	200	0
40	AN	18	160	178	160	200	22

Dari Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa nilai *total float* dari seluruh kegiatan telah bernilai positif, maka ini menunjukkan bahwa proses pemampatan telah selesai dikarenakan waktu pengerjaan proyek telah genap menjadi 200 hari. Dengan telah positifnya nilai *total float*, maka tidak perlu lagi dilakukan perhitungan skenario pemampatan. Dari perhitungan *crash program* diatas, didapatkan durasi baru dari tiap-tiap kegiatan yang mengalami pemampatan sehingga diketahui jumlah hari percepatannya seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.9.

Berikut adalah tabel 4.9 mengenai durasi lama, durasi baru, dan jumlah hari pemampatan dari tiap kegiatan yang mengalami percepatan, yaitu:

Tabel 4.9 Durasi Lama, Durasi Baru, dan Jumlah Hari Pemampatan

Kode	Kegiatan	Durasi Lama (Hari)	Durasi Baru (Hari)	Pemampatan (Hari)
A	Pengadaan CSP dia. 500 t=90 mm	24	21	3
B	Pemindahan Tiang ke Posisi Titik Pancang	6	5	1
C	Sepatu Tiang - Baja dia. 500 mm	6	5	1
D	Pemancangan Concrete Spun Pile di Air dia. 500 mm	30	26	4
E	Sambungan Tiang dia. 500 mm	6	5	1
F	Pemotongan Tiang dia. 500 mm	30	26	4
G	Cover Plate Tiang dia. 500 mm	6	5	1
Z	Beton Pengisi Tiang L=1.5 m Semen Type PPC	24	21	3
AA	Pile Cap Semen Type PPC	24	21	3
AB	Plat Lantai Semen Type PPC	18	15	3
AC	Plat Sayap Semen Type PPC	6	5	1
AD	Plat Injak Semen Type PPC	6	5	1
AF	Pengadaan & Pasang Handrail Trestle di 3" Galvnanis Medium	6	5	1
AG	Balok Pondasi Sloof Handrail 15/20; Camp 1 : 2 : 3	12	10	2
AI	Pemasangan Lampu SON 400 Watt	12	10	2
AK	Pedestal Tiang Listrik 60x60 cm Tinggi 0.5 m untuk SON 400 Watt	6	5	1
AL	Pemasangan Tiang Lampu Galvnanis Medium A Tinggi 12 m	6	5	1
AM	Pemasangan Kabel Instalasi Distribusi (Incl Cable Tray)	6	5	1

4.4.3 Menentukan Lintasan Kritis Setelah Pemampatan

Dari perhitungan *crash program* yang telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya, terdapat lintasan kritis yang terbentuk pada pengerjaan pembangunan dermaga seperti yang terlampir pada *network planning* lampiran C. Namun, setelah dilakukan pemampatan selama 34 hari pada pengerjaan pembangunan dermaga ini tidak terdapat perubahan lintasan kritis.

Lintasan kritis yang terbentuk pada *network planning* percepatan *crash program* ini yaitu sama seperti lintasan kritis pada *network planning* pada durasi tanpa percepatan (lampiran A), yaitu lintasan yang melalui kegiatan-kegiatan A, B, C, D, E, F, G, Z, AA, AB, AC, AD, AF, AG, AI, AK, AL, dan AM.

4.5 Percepatan Durasi 2 Shift

4.5.1 Network Planning Percepatan Durasi 2 Shift

Pada percepatan durasi ini, setelah membuat *network planning* awal, langkah selanjutnya adalah menentukan *man power* yang terlibat langsung dalam proyek. Untuk jumlah *man power* terlampir pada perhitungan biaya tenaga kerja langsung. *Man Power* nantinya akan ditambah sebanyak dua kali jumlah *man power* yang sudah tersedia. Hal ini dilakukan karena pengerjaan akan dilakukan menjadi 2 *shift*, yaitu *day shift* dan *night shift*, sehingga waktu pengerjaan akan berkurang hingga setengah dari durasi normal. Untuk lebih jelasnya terdapat pada Tabel 4.10 yang menunjukkan durasi normal dan durasi percepatan durasi 2 *shift* pada pengerjaan pembangunan dermaga tersebut.

Dari tabel 4.10 didapatkan bahwa dengan percepatan durasi 2 *shift*, yaitu penambahan jumlah *man power* pada setiap kegiatan pembangunan dermaga dengan bekerja pada *day shift* dan *night shift*, pada awalnya durasi pembangunan dermaga ini dilakukan selama 234 hari. Namun, setelah dilakukan percepatan 2 *shift*, maka durasi pengerjaan pembangunan dermaga berubah menjadi dua kali lebih cepat, yaitu menjadi 117 hari. *Network planning* yang terbentuk dari percepatan durasi 2 *shift* ini terlampir pada lampiran D. Pada lampiran D terlihat perubahan durasi pada setiap kegiatan yang berkurang menjadi dua kali lebih cepat.

Berikut adalah tabel 4.10 mengenai durasi lama serta durasi baru yang terbentuk setelah dilakukan percepatan durasi 2 *shift* pada pembangunan dermaga, yaitu :

Tabel 4.10 Durasi Lama serta Durasi Baru Percepatan Durasi 2 Shift

Kode	Kegiatan	K	D	D 2 shift
A	Pengadaan CSP dia. 500 t=90 mm	-	24	12
B	Pemindahan Tiang ke Posisi Titik Pancang	A	6	3
C	Sepatu Tiang - Baja dia. 500 mm	B	6	3
D	Pemancangan Concrete Spun Pile di Air dia. 500 mm	C	30	15
E	Sambungan Tiang dia. 500 mm	D	6	3
F	Pemotongan Tiang dia. 500 mm	E	30	15
G	Cover Plate Tiang dia. 500 mm	F	6	3
H	Wrapping Sambungan Tiang Pancang	E	6	3
I	PDA Test	D	6	3
J	PIT Test	D	6	3
K	Expansion Joint Rubber	G	24	12
L	Temporary Causeway	-	6	3
M	Batu 20-40 kg	L	6	3
N	Batu 40-80 kg	M	6	3
O	Urugan Sirtu Padat CBR 70 %	N, R	6	3
P	Pekerjaan Urugan Base Coarse (Batu Pecah 5/7, 3/5, 2/3 dan 1/2)	O	6	3
Q	Pekerjaan Lantai Kerja, Tebal 5 cm	P	6	3
R	Timbunan Pasir	L	6	3
S	Geotextile Non Woven 600 gr/m2	L	6	3
T	Pengadaan & Pemas. Geobag Geotex.Non Woven 600gr/m2	S	6	3
U	Urugan Tanah dalam Geobag	T	6	3
V	Timbunan Tanah	U	6	3
W	Plat fc' 35 Mpa Semen Type PPC	-	24	12
X	Balok Precast 40x50 cm Semen Type PPC	-	42	21
Y	Coating Tiang Pancang	G	66	33
Z	Beton Pengisi Tiang L=1.5 m Semen Type PPC	G	24	12
AA	Pile Cap Semen Type PPC	X,W,Z	24	12
AB	Plat Lantai Semen Type PPC	AA	18	9
AC	Plat Sayap Semen Type PPC	AB	6	3
AD	Plat Injak Semen Type PPC	AC	6	3
AE	Abutment (Bt. Kali)	G	6	3
AF	Pengadaan & Pasang Handrail Trestle di. 3" Galvnanis Medium	AD	6	3
AG	Balok Pondasi Sloof Handrail 15/20; Camp 1 : 2 : 3	AF	12	6
AH	Kolom Handrail 15/25; Camp 1 : 2 : 3 A	AF	6	3
AI	Pemasangan Lampu SON 400 Watt	AG,AH	12	6
AJ	Pemasangan Box Panel Utama (Panjang 374 m)	AG	6	3
AK	Pedestal Tiang Listrik 60x60 cm Tinggi 0.5 m untuk SON 400 Watt	AI,AJ	6	3
AL	Pemasangan Tiang Lampu Galvnanis Medium A Tinggi 12 m	AK	6	3
AM	Pemasangan Kabel Instalasi Distribusi (Incl Cable Tray)	AL	6	3
AN	Fender Penahan Tongkang Hanyut	AD	18	9

Keterangan : K = Ketergantungan

D = Durasi Normal (Hari)

D 2 Shift = Durasi Percepatan 2 Shift (Hari)

4.5.2 Hitungan Maju dan Hitungan Mundur Percepatan 2 Shift

Setelah membuat *network diagram* percepatan durasi 2 shift (lampiran D), langkah selanjutnya adalah menganalisis waktu pelaksanaan kegiatan. Tujuannya adalah untuk mengetahui saat paling awal *Earliest Event Time* (EET) atau hitungan maju dan saat paling akhir *Latest Event Time* (LET) atau hitungan mundur dari sebuah *network diagram* pembangunan dermaga secara keseluruhan. Manfaat ditetapkan hitungan maju dari suatu peristiwa adalah untuk mengetahui waktu paling awal atau paling cepat untuk memulai pelaksanaan kegiatan - kegiatan dari suatu peristiwa atau *event* yang bersangkutan. Sedangkan manfaat ditetapkan hitungan mundur adalah untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir dapat memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan, tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang telah dihasilkan dari hitungan maju. Nilai hitungan maju dan hitungan mundur setelah dilakukan percepatan durasi 2 shift seperti yang terlihat pada tabel 4.11.

Berdasarkan perhitungan hitungan maju dan hitungan mundur pada tabel 4.11, nilai EET j didapat dengan rumus = EET i + durasi, namun untuk peristiwa tertentu yang dilalui oleh 2 atau lebih kegiatan sebelum peristiwa tersebut, maka untuk nilai EET j yang diambil adalah nilai EET j yang memiliki durasi terbesar. Sedangkan untuk nilai LET i didapat dengan rumus = LET j - durasi, namun untuk peristiwa tertentu yang dilalui oleh 2 kegiatan atau lebih setelah peristiwa tersebut, maka untuk nilai LET i nya yang diambil adalah nilai LET i yang memiliki durasi terkecil.

Berikut adalah tabel 4.11 mengenai hitungan maju dan hitungan mundur setelah dilakukan percepatan durasi 2 shift pada pembangunan dermaga, yaitu:

Tabel 4.11 Hitungan Maju dan Hitungan Mundur Setelah dilakukan Percepatan
Durasi 2 *Shift*

No.	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Maju (EET)		Perhitungan Mundur (LET)	
			EET i	EET j	LET i	LET j
1	A	12	0	12	0	12
2	B	3	12	15	12	15
3	C	3	15	18	15	18
4	D	15	18	33	18	33
5	E	3	33	36	33	36
6	F	15	36	51	36	51
7	G	3	51	54	51	54
8	H	3	36	39	36	54
9	I	3	33	36	33	51
10	J	3	36	54	51	54
11	K	12	54	66	54	117
12	L	3	0	3	0	51
13	M	3	3	6	51	54
14	N	3	6	9	54	57
15	O	3	9	12	57	60
16	P	3	12	15	60	63
17	Q	3	15	66	63	66
18	R	3	3	6	51	57
19	S	3	3	5	51	57
20	T	3	6	9	57	60
21	U	3	9	12	60	63
22	V	3	12	66	63	66
23	W	12	0	12	0	66
24	X	21	0	21	0	66
25	Y	33	54	117	54	117
26	Z	12	54	66	54	66
27	AA	12	66	78	66	78
28	AB	9	78	87	78	87
29	AC	3	87	90	87	90
30	AD	3	90	93	90	93
31	AE	3	54	93	54	93
32	AF	3	93	96	93	96
33	AG	6	96	102	96	102
34	AH	3	96	99	96	102
35	AI	6	102	108	102	108
36	AJ	3	102	105	102	108
37	AK	3	108	111	108	111
38	AL	3	111	114	111	114
39	AM	3	114	117	114	117
40	AN	9	93	102	93	117

4.5.3 Menentukan Lintasan Kritis Setelah Percepatan Durasi 2 Shift

Pada percepatan durasi 2 *shift*, setelah diketahui nilai hitungan maju dan nilai hitungan mundur, maka hitungan tersebut dapat digunakan untuk mencari nilai *total float* (TF). *Total float* digunakan untuk mengidentifikasi kegiatan kritis dalam *network diagram*. Kegiatan kritis didapatkan apabila nilai $TF = 0$. Nilai hitungan maju, hitungan mundur, dan *total float* setelah dilakukan percepatan durasi 2 *shift* seperti yang terlihat pada tabel 4.12.

Pada hasil perhitungan hitungan maju, hitungan mundur, dan total float setelah dilakukan percepatan 2 *shift* seperti pada tabel 4.12, dapat dilihat bahwa terdapat beberapa kegiatan yang memiliki *total float* bernilai nol. Kegiatan – kegiatan yang memiliki *total float* bernilai nol tersebut merupakan beberapa kegiatan kritis setelah dilakukannya percepatan 2 *shift*. Kegiatan – kegiatan tersebut juga menjadi sebuah lintasan kritis pada pengerjaan pembangunan dermaga ini. Berdasarkan tabel diatas, lintasan kritis yang terbentuk tidak mengalami perubahan, yaitu sama seperti lintasan kritis pada *network planning* tanpa percepatan. Lintasan kritis tersebut yaitu lintasan yang melalui kegiatan-kegiatan A, B, C, D, E, F, G, Z, AA, AB, AC, AD, AF, AH, AI, AK, AL, dan AM. *Network planning* baru setelah percepatan durasi 2 *shift* yaitu seperti yang terlampir pada lampiran D.

Berikut adalah Tabel 4.12 mengenai nilai hitungan maju, nilai hitungan mundur, dan nilai *total float* setiap kegiatan pembangunan dermaga setelah dilakukan percepatan durasi 2 *shift*, yaitu:

Tabel 4.12 Hitungan Maju, Hitungan Mundur, dan *Total Float* setelah Percepatan 2 Shift

No.	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Maju (EET)		Perhitungan Mundur (LET)		Total Float
			EET i	EET j	LET i	LET j	
1	A	12	0	12	0	12	0
2	B	3	12	15	12	15	0
3	C	3	15	18	15	18	0
4	D	15	18	33	18	33	0

Tabel 4.12 Hitungan Maju, Hitungan Mundur, dan *Total Float* setelah Percepatan 2 Shift (Lanjutan)

No.	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Maju (EET)		Perhitungan Mundur (LET)		Total Float
			EET i	EET j	LET i	LET j	
5	E	3	33	36	33	36	0
6	F	15	36	51	36	51	0
7	G	3	51	54	51	54	0
8	H	3	36	39	36	54	15
9	I	3	33	36	33	51	15
10	J	3	36	54	51	54	15
11	K	12	54	66	54	117	51
12	L	3	0	3	0	51	48
13	M	3	3	6	51	54	48
14	N	3	6	9	54	57	48
15	O	3	9	12	57	60	48
16	P	3	12	15	60	63	48
17	Q	3	15	66	63	66	48
18	R	3	3	6	51	57	51
19	S	3	3	5	51	57	51
20	T	3	6	9	57	60	51
21	U	3	9	12	60	63	51
22	V	3	12	66	63	66	51
23	W	12	0	12	0	66	54
24	X	21	0	21	0	66	45
25	Y	33	54	117	54	117	30
26	Z	12	54	66	54	66	0
27	AA	12	66	78	66	78	0
28	AB	9	78	87	78	87	0
29	AC	3	87	90	87	90	0
30	AD	3	90	93	90	93	0
31	AE	3	54	93	54	93	36
32	AF	3	93	96	93	96	0
33	AG	6	96	102	96	102	0
34	AH	3	96	99	96	102	3
35	AI	6	102	108	102	108	0
36	AJ	3	102	105	102	108	3
37	AK	3	108	111	108	111	0
38	AL	3	111	114	111	114	0
39	AM	3	114	117	114	117	0
40	AN	9	93	102	93	117	15

4.6 Analisis Biaya

Pada tugas akhir ini, terdapat tiga alternatif waktu penyelesaian pengerjaan pembangunan dermaga, yaitu penyelesaian secara normal (tanpa proses percepatan), dengan cara penerapan *crash program*, dan dengan penambahan *shift* kerja menjadi *day shift* dan *night shift*. Ketiga alternatif waktu penyelesaian tersebut tentu akan berpengaruh terhadap biaya produksi, khususnya terhadap biaya tenaga kerja. Hal ini dikarenakan dalam penerapan *crash program* diperlukan suatu tambahan waktu kerja, yaitu jam kerja lembur pada kegiatan-kegiatan yang mengalami pemampatan. Sedangkan pada penerapan 2 *shift* kerja, yaitu *day shift* dan *night shift* diperlukan tenaga kerja tambahan.

Dengan adanya pengaruh terhadap biaya, untuk selanjutnya akan dilakukan perhitungan biaya langsung untuk tenaga kerja yang terlibat dalam pengerjaan pembangunan dermaga, baik sebelum dilakukan percepatan durasi maupun setelah dilakukan percepatan durasi. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mengetahui perbandingan biaya sebelum dan sesudah percepatan durasi. Biaya tenaga kerja ini nantinya akan dijumlahkan dengan biaya langsung lainnya yang berhubungan dengan konstruksi dermaga yang didapat dari data proyek. Selanjutnya juga dilakukan perhitungan biaya tak langsung pada pembangunan dermaga tersebut.

4.6.1 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja pada Durasi Normal

Dalam suatu proyek, biaya merupakan komponen penting yang dapat mempengaruhi jalannya proyek tersebut. Dalam tugas akhir ini dibahas mengenai perhitungan biaya langsung untuk tenaga kerja pada proyek pembangunan dermaga. Perhitungan biaya tenaga kerja untuk durasi normal dilakukan dengan cara mengalikan antara durasi kegiatan, jumlah tenaga kerja, dan upah satuan tenaga kerja (*man power*). Untuk biaya upah satuan tenaga kerja diperoleh dari pihak perusahaan terkait yang terlampir pada lampiran E. Perhitungan biaya langsung untuk tenaga kerja pada keadaan durasi normal dapat dilihat seperti pada tabel 4.13, yaitu:

Tabel 4.13 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja pada Durasi Normal

Kode	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	Man Power	Jumlah Man Power	Upah Satuan/Hari (Rp)	Biaya (Rp)	Total Biaya/Kegiatan (Rp)
A	Pengadaan CSP dia. 500 t=90 mm	24	Mandor	1	64,630	1,551,129	2,706,225
		24	Sopir Truk	2	24,065	1,155,096	
B	Pemindahan Tiang ke Posisi Titik Pancang	6	Mandor	1	64,630	387,782	3,087,782
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
C	Sepatu Tiang - Baja dia. 500 mm	6	Mandor	1	64,630	387,782	3,087,782
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
D	Pemancangan Concrete Spun Pile di Air dia. 500 mm	30	Mandor	1	64,630	1,938,911	22,658,262
		30	Helper	9	50,000	13,500,000	
		30	Operator Alat Berat	1	240,645	7,219,351	
E	Sambungan Tiang dia. 500 mm	6	Mandor	1	64,630	387,782	3,087,782
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
F	Pemotongan Tiang dia. 500 mm	30	Mandor	1	64,630	1,938,911	22,658,262
		30	Helper	9	50,000	13,500,000	
		30	Operator Alat Berat	1	240,645	7,219,351	
G	Cover Plate Tiang dia. 500 mm	6	Mandor	1	64,630	387,782	3,087,782
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
H	Wrapping Sambungan Tiang Pancang	6	Mandor	1	64,630	387,782	3,087,782
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
I	PDA Test	6	Engineer	1	64,630	387,780	3,087,780
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
J	PIT Test	6	Engineer	1	64,630	387,780	3,087,780
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
K	Expansion Joint Rubber	24	Mandor	1	64,630	1,551,129	12,351,129
		24	Helper	9	50,000	10,800,000	
L	Temporary Causeway	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,400
		6	Tukang	20	61,880	7,425,618	
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
M	Batu 20-40 kg	6	Mandor	1	64,630	387,782	3,376,556
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Sopir Truk	2	24,065	288,774	
N	Batu 40-80 kg	6	Mandor	1	64,630	387,782	3,376,556
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Sopir Truk	2	24,065	288,774	
O	Urugan Sirtu Padat CBR 70 %	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
P	Pekerjaan Urugan Base Coarse (Batu Pecah 5/7, 3/5, 2/3 dan 1/2)	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
Q	Pekerjaan Lantai Kerja, Tebal 5 cm	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
R	Timbunan Pasir	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
S	Geotextile Non Woven 600 gr/m ²	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
T	Geotextile Non Woven 600 gr/m ²	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	

Tabel 4.13 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Durasi Normal (Lanjutan)

Kode	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	Man Power	Jumlah Man Power	Upah Satuan/Hari (Rp)	Biaya (Rp)	Total Biaya/Kegiatan (Rp)
U	Urugan Tanah dalam Geobag	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
V	Timbunan Tanah	6	Mandor	1	64,630	387,782	9,013,382
		6	Helper	4	50,000	1,200,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
W	Plat fc' 35 Mpa Semen Type PPC	24	Mandor	1	64,630	1,551,129	36,053,529
		24	Helper	4	50,000	4,800,000	
		24	Tukang	20	61,880	29,702,400	
X	Balok Precast 40x50 cm Semen Type PPC	42	Mandor	1	64,630	2,714,476	63,093,676
		42	Helper	4	50,000	8,400,000	
		42	Tukang	20	61,880	51,979,200	
Y	Coating Tiang Pancang	66	Mandor	1	64,630	4,265,605	115,647,205
		66	Helper	9	50,000	29,700,000	
		66	Tukang	20	61,880	81,681,600	
Z	Beton Pengisi Tiang L=1.5 m Semen Type PPC	24	Mandor	1	64,630	1,551,129	42,053,529
		24	Helper	9	50,000	10,800,000	
		24	Tukang	20	61,880	29,702,400	
AA	Pile Cap Semen Type PPC	24	Mandor	1	64,630	1,551,129	42,053,529
		24	Helper	9	50,000	10,800,000	
		24	Tukang	20	61,880	29,702,400	
AB	Plat Lantai Semen Type PPC	18	Mandor	1	64,630	1,163,347	31,540,147
		18	Helper	9	50,000	8,100,000	
		18	Tukang	20	61,880	22,276,800	
AC	Plat Sayap Semen Type PPC	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
AD	Plat Injak Semen Type PPC	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
AE	Abutment (Bt. Kali)	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
AF	Pengadaan & Pasang Handrail Trestle di. 3" Galvnanis Medium	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
AG	Balok Pondasi Sloof Handrail 15/20; Camp 1 : 2 : 3	12	Mandor	1	64,630	775,565	21,026,765
		12	Helper	9	50,000	5,400,000	
		12	Tukang	20	61,880	14,851,200	
AH	Kolom Handrail 15/25; Camp 1 : 2 : 3 A	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
AI	Pemasangan Lampu SON 400 Watt	12	Mandor	1	64,630	775,565	21,026,765
		12	Helper	9	50,000	5,400,000	
		12	Tukang	20	61,880	14,851,200	
AJ	Pemasangan Box Panel Utama (Panjang 374 m)	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
AK	Pedestal Tiang Listrik 60x60 cm Tinggi 0.5 m untuk SON 400 Watt	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	

Tabel 4.13 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Durasi Normal (Lanjutan)

Kode	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	Man Power	Jumlah Man Power	Upah Satuan/Hari (Rp)	Biaya (Rp)	Total Biaya/Kegiatan (Rp)
AL	Pemasangan Tiang Lampu Galvnanis Medium A Tinggi 12 m	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
AM	Pemasangan Kabel Instalasi Distribusi (Incl Cable Tray)	6	Mandor	1	64,630	387,782	10,513,382
		6	Helper	9	50,000	2,700,000	
		6	Tukang	20	61,880	7,425,600	
AN	Fender Penahan Tongkang Hanyut	18	Mandor	1	64,630	1,163,347	31,540,147
		18	Helper	9	50,000	8,100,000	
		18	Tukang	20	61,880	22,276,800	
					Total	680,517,654	

Berdasarkan tabel 4.13, total biaya langsung yang dikeluarkan untuk tenaga kerja pada durasi normal adalah Rp 680.517.654,00. Pada perhitungan biaya diatas, diketahui bahwa untuk kegiatan yang memiliki pengeluaran biaya paling besar adalah kegiatan *coating* tiang pancang. Kegiatan ini menghabiskan biaya sebesar Rp 115.647.205,00 yang dilakukan selama 66 hari dengan rincian *man power* yaitu 1 orang mandor sebesar Rp 4.265.605,00, 9 orang *helper* sebesar Rp 29.700.000,00, dan 20 orang tukang sebesar Rp 81.681.600,00. Sedangkan kegiatan yang memiliki pengeluaran biaya yang paling sedikit adalah kegiatan pengadaan CSP dia. 500 t=90 mm. Kegiatan ini menghabiskan biaya sebesar Rp 2.706.225,00 yang dilakukan selama 24 hari dengan rincian *man power* yaitu 1 orang mandor sebesar Rp 1.551.129,00 dan 2 orang sopir truk sebesar Rp 1.155.096,00.

4.6.2 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Setelah Pemampatan

Dengan melihat *network diagram* awal dan akhir sampai skenario pemampatan kedua terlihat bahwa tidak semua kegiatan mengalami pemampatan (mengalami perubahan durasi). Pemampatan hanya terjadi pada beberapa kegiatan saja, yaitu pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Pemampatan yang dilakukan pada tugas akhir ini hanya dua kali skenario, ini dikarenakan pada skenario pemampatan kedua semua nilai *total float* sudah bernilai positif. Untuk kegiatan yang tidak berada pada jalur kritis dan tidak harus dimampatkan karena adanya pengurangan durasi, maka durasinya tidak harus dikurangi, hanya

pengerjaannya tetap melihat *earliest event time* (EET) dan *latest event time* (LET) pada *network planning*. Pada perhitungan jam lembur menurut UU No. 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan serta Kepmenakertrans No. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur, upah lembur didapatkan dengan cara upah perjam *man power* dikalikan dengan 1,5. Misalkan dalam 1 hari terdapat 1 jam kerja lembur dengan upah perjam Rp 7000,00, maka upah lembur yang didapat adalah $\text{Rp } 7.000,00 \times 1,5 = \text{Rp } 10.500,00$ sehingga dengan demikian misalkan upah perhari *man power* tersebut adalah Rp 50.000,00, maka upah yang didapaknya setelah bekerja lembur adalah dengan menjumlahkan upah perharinya dengan upah lembur 1 jam, yaitu $\text{Rp } 50.000,00 + \text{Rp } 10.500,00 = \text{Rp } 60.500,00$. Berdasarkan cara ini, perhitungan biaya tenaga kerja langsung pada jam lembur pada pengerjaan pembangunan dermaga ini dapat dilihat seperti pada tabel 4.14. Pada tabel ini langsung menggunakan kode kegiatan, untuk nama kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.1. Pada tabel tersebut ditampilkan perhitungan upah lembur *man power* hanya pada kegiatan yang mengalami pemampatan. Hal ini dikarenakan pada kegiatan yang tidak mengalami pemampatan tidak mengalami penambahan biaya tenaga kerja langsung karena tidak dilakukannya jam lembur pada kegiatan tersebut.

Pada tabel 4.14 yang merupakan perhitungan biaya langsung tenaga kerja pada kegiatan-kegiatan yang mengalami pemampatan, terdapat perhitungan JO (jam orang) lembur. Ini didapatkan dari hasil jumlah hari pemampatan pada setiap kegiatan. Contoh pada kegiatan A yang dilakukan pemampatan selama 3 hari. Pada tugas akhir ini, dalam sehari jumlah jam kerja normal pada pembangunan dermaga adalah 7 jam kerja, maka jumlah jam kerja lembur untuk pemampatan yang dilakukan selama 3 hari menjadi 21 jam kerja. Sehingga dengan demikian pada kegiatan A, selama 24 hari pengerjaan normal, *man power* dapat melakukan jam lembur sebanyak 21 jam dengan ketentuan dalam sehari hanya dapat melakukan 4 jam lembur. Untuk menghitung biaya total setiap kegiatan yaitu dengan cara mengalikan antara jumlah *man power* yang terlibat pada kegiatan yang mengalami pemampatan, JO lembur, serta dengan upah lembur perjam *man power*-nya.

Pada perhitungan didapatkan total pengeluaran biaya tenaga kerja pada jam kerja lembur sesuai jumlah hari pemampatan yaitu selama 34 hari. Total pengeluaran biayanya adalah Rp 62.597.070,00. Biaya ini merupakan biaya jam lembur saja, untuk total biaya yang dikeluarkan yang mencakup seluruh kegiatan pembangunan dermaga dihitung dengan menambahkan total biaya pada durasi normal dengan total biaya kerja lembur pada kegiatan yang mengalami pemampatan. Seperti yang telah diketahui pada tabel 4.13, total pengeluaran biaya untuk tenaga kerja langsung pada durasi normal adalah Rp 680.517.654,00.

Berikut adalah tabel 4.14 mengenai perhitungan biaya langsung untuk tenaga kerja setelah dilakukannya pemampatan, yaitu :

Tabel 4.14 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Setelah Pemampatan

Kode Kegiatan	Man Power	Jumlah Man Power	Durasi Lama (Hari)	Durasi Baru (Hari)	Pemampatan (Hari)	JO Lembur (jam)	Upah Pekerja/ Hari (Rp)	Upah Pekerja/ Jam (Rp)	Upah Pekerja Lembur (Rp)*1.5	Biaya Total Lembur (Rp)
A	Mandor	1	24	21	3	21	64,630	9,233	13,849	290,836
	Sopir Truk	2	24	21	3	21	24,065	3,438	5,157	216,580
B	Mandor	1	6	5	1	7	64,630	9,233	13,849	96,945
	Helper	9	6	5	1	7	50,000	7,143	10,714	675,000
C	Mandor	1	6	5	1	7	64,630	9,233	13,849	96,945
	Helper	9	6	5	1	7	50,000	7,143	10,714	675,000
D	Mandor	1	30	26	4	28	64,630	9,233	13,849	387,782
	Helper	9	30	26	4	28	50,000	7,143	10,714	2,700,000
	Operator Alat Berat	1	30	26	4	28	240,645	34,378	51,567	1,443,870
E	Mandor	1	6	5	1	7	64,630	9,233	13,849	96,945
	Helper	9	6	5	1	7	50,000	7,143	10,714	675,000
F	Mandor	1	30	26	4	28	64,630	9,233	13,849	387,782
	Helper	9	30	26	4	28	50,000	7,143	10,714	2,700,000
	Operator Alat Berat	1	30	26	4	28	240,645	34,378	51,567	1,443,870
G	Mandor	1	6	5	1	7	64,630	9,233	13,849	96,945
	Helper	9	6	5	1	7	50,000	7,143	10,714	675,000
Z	Mandor	1	24	21	3	21	64,630	9,233	13,849	290,836
	Helper	9	24	21	3	21	50,000	7,143	10,714	2,025,000
	Tukang	20	24	21	3	21	61,880	8,840	13,260	5,569,200
AA	Mandor	1	24	21	3	21	64,630	9,233	13,849	290,836
	Helper	9	24	21	3	21	50,000	7,143	10,714	2,025,000
	Tukang	20	24	21	3	21	61,880	8,840	13,260	5,569,200
AB	Mandor	1	18	15	3	21	64,630	9,233	13,849	290,836
	Helper	9	18	15	3	21	50,000	7,143	10,714	2,025,000
	Tukang	20	18	15	3	21	61,880	8,840	13,260	5,569,200
AC	Mandor	1	6	5	1	7	64,630	9,233	13,849	96,945
	Helper	9	6	5	1	7	50,000	7,143	10,714	675,000
	Tukang	20	6	5	1	7	61,880	8,840	13,260	1,856,400

Tabel 4.14 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Setelah Pemampatan (Lanjutan)

Kode Kegiatan	Man Power	Jumlah Man Power	Durasi Lama (Hari)	Durasi Baru (Hari)	Pemampatan (Hari)	JO Lembur (jam)	Upah Pekerja/ Hari (Rp)	Upah Pekerja/ Jam (Rp)	Upah Pekerja Lembur (Rp)*1.5	Biaya Total Lembur (Rp)
AD	Mandor	1	6	5	1	7	64,630	9,233	13,849	96,946
	Helper	9	6	5	1	7	50,000	7,143	10,714	675,000
	Tukang	20	6	5	1	7	61,880	8,840	13,260	1,856,400
AF	Mandor	1	6	5	1	7	64,630	9,233	13,849	96,946
	Helper	9	6	5	1	7	50,000	7,143	10,714	675,000
	Tukang	20	6	5	1	7	61,880	8,840	13,260	1,856,400
AG	Mandor	1	12	10	2	14	64,630	9,233	13,849	193,891
	Helper	9	12	10	2	14	50,000	7,143	10,714	1,350,000
	Tukang	20	12	10	2	14	61,880	8,840	13,260	3,712,800
AI	Mandor	1	12	10	2	14	64,630	9,233	13,849	193,891
	Helper	9	12	10	2	14	50,000	7,143	10,714	1,350,000
	Tukang	20	12	10	2	14	61,880	8,840	13,260	3,712,800
AK	Mandor	1	6	5	1	7	64,630	9,233	13,849	96,946
	Helper	9	6	5	1	7	50,000	7,143	10,714	675,000
	Tukang	20	6	5	1	7	61,880	8,840	13,260	1,856,400
AL	Mandor	1	6	5	1	7	64,630	9,233	13,849	96,946
	Helper	9	6	5	1	7	50,000	7,143	10,714	675,000
	Tukang	20	6	5	1	7	61,880	8,840	13,260	1,856,400
AM	Mandor	1	6	5	1	7	64,630	9,233	13,849	96,946
	Helper	9	6	5	1	7	50,000	7,143	10,714	675,000
	Tukang	20	6	5	1	7	61,880	8,840	13,260	1,856,400
Total										62,597,070

Dengan demikian, jumlah total biaya langsung yang dikeluarkan untuk tenaga kerja setelah dilakukan pemampatan pengerjaan pembangunan dermaga selama 34 hari adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya Pemampatan} &= \text{Total Biaya Normal} + \text{Total Biaya Lembur} \\
 &= \text{Rp } 680.517.654,00 + \text{Rp } 62.597.070,00 \\
 &= \text{Rp } 743.114.724,00
 \end{aligned}$$

Jadi, dengan demikian total pengeluaran biaya langsung untuk tenaga kerja setelah dilakukan pemampatan selama 34 hari adalah Rp 743.114.724,00.

4.6.3 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Percepatan 2 Shift

Pada perhitungan biaya langsung untuk tenaga kerja, setelah dilakukan percepatan durasi 2 *shift* langkah selanjutnya adalah menentukan penambahan jumlah *man power* setiap jenis kegiatan pada pembangunan dermaga tersebut. Setelah ditentukan penambahan *man power*, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan biaya yang dihasilkan setelah dilakukan percepatan dengan metode 2 *shift* seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.15. Pada tabel tersebut hanya mencantumkan kode kegiatan, untuk nama kegiatan dapat dilihat seperti pada tabel 4.1. Perhitungan biaya ini pada dasarnya sama seperti perhitungan biaya pada durasi normal, namun terdapat perbedaan pada jumlah *man power*-nya. Jumlah *man power* pada percepatan ini menjadi dua kali lebih banyak karena dibagi menjadi kerja pada *day shift* dan *night shift*. Perhitungan biaya langsung untuk tenaga kerja setelah dilakukan percepatan 2 *shift* yaitu dengan cara mengalikan antara durasi setiap kegiatan, jumlah *man power* setelah ditambahkan, *man hour*, serta dengan upah satuan *man power*. *Man hour* didapatkan dari durasi dikalikan dengan jam kerja 2 *shift* dalam sehari yaitu 14 jam. Berikut adalah tabel 4.15 mengenai perhitungan biaya langsung untuk tenaga kerja percepatan durasi 2 *shift*, yaitu:

Tabel 4.15 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Percepatan 2 Shift

Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Man Power	Total Man Power Setelah ditambahkan	Man Hour	Upah/jam (Rp)	Biaya (Rp)	Total Biaya/ Kegiatan (Rp)
A	12	Mandor	2	168	9,233	3,102,258	5,412,451
	12	Sopir Truk	4	168	3,438	2,310,192	
B	3	Mandor	2	42	9,233	775,564	6,175,565
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
C	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	6,175,565
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
D	15	Mandor	2	210	9,233	3,877,822.84	45,316,525
	15	Helper	18	210	7,143	27,000,000.00	
	15	Operator Alat Berat	2	210	34,378	14,438,702.05	
E	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	6,175,565
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
F	15	Mandor	2	210	9,233	3,877,822.84	45,316,525
	15	Helper	18	210	7,143	27,000,000.00	
	15	Operator Alat Berat	2	210	34,378	14,438,702.05	
G	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	6,175,565
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	

Tabel 4.15 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Percepatan 2 Shift (Lanjutan)

Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Man Power	Total Man Power Setelah ditambahkan	Man Hour	Upah/jam (Rp)	Biaya (Rp)	Total Biaya/ Kegiatan (Rp)
H	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	6,175,565
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
I	3	Engineer	2	42	9,233	775,560.00	6,175,560
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
J	3	Engineer	2	42	9,233	775,560.00	6,175,560
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
K	12	Mandor	2	168	9,233	3,102,258.27	24,702,258
	12	Helper	18	168	7,143	21,600,000.00	
L	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,801
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,236.40	
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
M	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	6,753,113
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Sopir Truk	4	42	3,438	577,548.08	
N	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	6,753,113
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Sopir Truk	4	42	3,438	577,548.08	
O	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
P	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
Q	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
R	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
S	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
T	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
U	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
V	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	18,026,765
	3	Helper	8	42	7,143	2,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
W	12	Mandor	2	168	9,233	3,102,258.27	72,107,058
	12	Helper	8	168	7,143	9,600,000.00	
	12	Tukang	40	168	8,840	59,404,800.00	
X	21	Mandor	2	294	9,233	5,428,951.97	126,187,352
	21	Helper	8	294	7,143	16,800,000.00	
	21	Tukang	40	294	8,840	103,958,400.00	
Y	33	Mandor	2	462	9,233	8,531,210.24	231,294,410
	33	Helper	18	462	7,143	59,400,000.00	
	33	Tukang	40	462	8,840	163,363,200.00	
Z	12	Mandor	2	168	9,233	3,102,258.27	84,107,058
	12	Helper	18	168	7,143	21,600,000.00	
	12	Tukang	40	168	8,840	59,404,800.00	

Tabel 4.15 Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Percepatan 2 *Shift* (Lanjutan)

Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Man Power	Total Man Power Setelah ditambahkan	Man Hour	Upah/jam (Rp)	Biaya (Rp)	Total Biaya/ Kegiatan (Rp)
AA	12	Mandor	2	168	9,233	3,102,258.27	84,107,058
	12	Helper	18	168	7,143	21,600,000.00	
	12	Tukang	40	168	8,840	59,404,800.00	
AB	9	Mandor	2	126	9,233	2,326,693.70	63,080,294
	9	Helper	18	126	7,143	16,200,000.00	
	9	Tukang	40	126	8,840	44,553,600.00	
AC	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
AD	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
AE	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
AF	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
AG	6	Mandor	2	84	9,233	1,551,129.13	42,053,529
	6	Helper	18	84	7,143	10,800,000.00	
	6	Tukang	40	84	8,840	29,702,400.00	
AH	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
AI	6	Mandor	2	84	9,233	1,551,129.13	42,053,529
	6	Helper	18	84	7,143	10,800,000.00	
	6	Tukang	40	84	8,840	29,702,400.00	
AJ	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
AK	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
AL	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
AM	3	Mandor	2	42	9,233	775,564.57	21,026,765
	3	Helper	18	42	7,143	5,400,000.00	
	3	Tukang	40	42	8,840	14,851,200.00	
AN	9	Mandor	2	126	9,233	2,326,693.70	63,080,294
	9	Helper	18	126	7,143	16,200,000.00	
	9	Tukang	40	126	8,840	44,553,600.00	
Total						1,361,035,308	

Dari Tabel 4.15, total pengeluaran biaya langsung untuk tenaga kerja adalah Rp 1.361.035.308,00. Pada penerapan percepatan durasi metode 2 *shift* untuk pembangunan dermaga ini, kegiatan dengan pengeluaran biaya tenaga kerja paling besar dan biaya paling sedikit sama seperti kegiatan pada durasi normal, namun berbeda pada jumlah biayanya. Untuk pengeluaran biaya tenaga kerja paling besar yaitu terdapat pada kegiatan Y, yaitu kegiatan *coating* tiang pancang. Kegiatan ini menghabiskan biaya sebesar RP 231.294.410,00 yang dilakukan selama 66 hari dengan rincian *man power* yaitu 2 orang mandor sebesar Rp 8.531.210,00, 18 orang *helper* sebesar Rp 59.400.000,00, dan 40 orang tukang sebesar Rp 163.363.200,00. Sedangkan kegiatan yang memiliki pengeluaran biaya tenaga kerja yang paling sedikit yaitu pada kegiatan A yang merupakan kegiatan pengadaan CSP dia. 500 t=90 mm dengan jumlah pengeluaran biaya sebesar Rp 5.412.450,00. Kegiatan tersebut dilakukan dengan selama 24 hari dengan rincian *man power* yaitu 2 orang mandor sebesar Rp 3.102.258,00 dan 4 orang sopir truk sebesar Rp 2.310.192,00. Berdasarkan jumlah total biaya yang dikeluarkan setelah dilakukan percepatan durasi dengan menggunakan metode 2 *shift* yang membuat durasi pengerjaan pembangunan dermaga berubah menjadi setengah dari durasi awal, biayanya pun bertambah 2 kali lebih banyak dari biaya pada durasi normal. Hali ini dikarenakan dilakukannya penambahan jumlah *man power* yang bekerja pada *day shift* dan *night shift*.

4.6.4 Perhitungan *Cost Slope* pada Biaya Tenaga Kerja

Perhitungan *cost slope* merupakan perhitungan selisih biaya, yaitu antara biaya tenaga kerja yang dikeluarkan pada pengerjaan pembangunan dermaga durasi normal dan pengerjaan pada durasi yang setelah dilakukan percepatan. Pada tugas akhir ini *cost slope* yang dihitung yaitu antara biaya normal dan biaya percepatan *crash program* serta antara biaya normal dan biaya percepatan 2 *shift*. Dibawah ini terdapat tabel 4.16 yang merupakan perhitungan *cost slope* masing-masing kegiatan percepatan *crash program* pada pembangunan dermaga. Untuk nama kegiatan dapat dilihat seperti pada tabel 4.1, yaitu:

Tabel 4.16 *Cost Slope* Masing-masing Kegiatan pada Percepatan *Crash Program*

No.	Kode Kegiatan	Normal		Dipercepat		Slope Biaya (Rp)
		Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	
1	A	24	2,706,225	21	3,213,643	507,417
2	B	6	3,087,782	5	3,859,728	771,946
3	C	6	3,087,782	5	3,859,728	771,946
4	D	30	22,658,262	26	27,189,915	4,531,652
5	E	6	3,087,782	5	3,859,728	771,946
6	F	30	22,658,262	26	27,189,915	4,531,652
7	G	6	3,087,782	5	3,859,728	771,946
8	H	6	3,087,782	6	3,087,782	-
9	I	6	3,087,780	6	3,087,780	-
10	J	6	3,087,780	6	3,087,780	-
11	K	24	12,351,129	24	12,351,129	-
12	L	6	10,513,400	6	10,513,400	-
13	M	6	3,376,556	6	3,376,556	-
14	N	6	3,376,556	6	3,376,556	-
15	O	6	10,513,382	6	10,513,382	-
16	P	6	10,513,382	6	10,513,382	-
17	Q	6	10,513,382	6	10,513,382	-
18	R	6	10,513,382	6	10,513,382	-
19	S	6	10,513,382	6	10,513,382	-
20	T	6	10,513,382	6	10,513,382	-
21	U	6	10,513,382	6	10,513,382	-
22	V	6	9,013,382	6	9,013,382	-
23	W	24	36,053,529	24	36,053,529	-
24	X	42	63,093,676	42	63,093,676	-
25	Y	66	115,647,205	66	115,647,205	-
26	Z	24	42,053,529	21	49,938,566	7,885,037
27	AA	24	42,053,529	21	49,938,566	7,885,037
28	AB	18	31,540,147	15	39,425,184	7,885,037
29	AC	6	10,513,382	5	13,141,728	2,628,346
30	AD	6	10,513,382	5	13,141,728	2,628,346
31	AE	6	10,513,382	6	10,513,382	-
32	AF	6	10,513,382	5	13,141,728	2,628,346
33	AG	12	21,026,765	10	26,283,456	5,256,691
34	AH	6	10,513,382	6	10,513,382	-
35	AI	12	21,026,765	10	26,283,456	5,256,691
36	AJ	6	10,513,382	6	10,513,382	-
37	AK	6	10,513,382	5	13,141,728	2,628,346
38	AL	6	10,513,382	5	13,141,728	2,628,346
39	AM	6	10,513,382	5	13,141,728	2,628,346
40	AN	18	31,540,147	18	31,540,147	-

- Total *Cost Slope* Biaya Normal dan Biaya Percepatan *Crash Program*

Cost Slope = Biaya Percepatan *Crash Program* - Biaya Normal

= Rp 743.114.724,00 - Rp 680.517.654,00

= Rp 62.597.070,00

Setelah dilakukan perhitungan *cost slope* antara biaya tenaga kerja normal dan biaya percepatan durasi *crash program*, langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *cost slope* antara biaya tenaga kerja normal dan biaya percepatan 2 *shift*. Hal ini dikarenakan pada tugas akhir ini juga menggunakan percepatan durasi 2 *shift*. Cara perhitungannya sama seperti pada perhitungan tabel 4.16. Berikut adalah tabel 4.17 mengenai perhitungan *cost slope* masing-masing kegiatan pada percepatan 2 *shift*, yaitu:

Tabel 4.17 *Cost Slope* Masing-masing Kegiatan pada Percepatan 2 *Shift*

No.	Kode Kegiatan	Normal		Dipercepat		Slope Biaya (Rp)
		Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	
1	A	24	2,706,225	12	5,412,450.60	2,706,225
2	B	6	3,087,782	3	6,175,564.57	3,087,782
3	C	6	3,087,782	3	6,175,564.57	3,087,782
4	D	30	22,658,262	15	45,316,524.89	22,658,262
5	E	6	3,087,782	3	6,175,564.57	3,087,782
6	F	30	22,658,262	15	45,316,524.89	22,658,262
7	G	6	3,087,782	3	6,175,564.57	3,087,782
8	H	6	3,087,782	3	6,175,564.57	3,087,782
9	I	6	3,087,780	3	6,175,560.00	3,087,780
10	J	6	3,087,780	3	6,175,560.00	3,087,780
11	K	24	12,351,129	12	24,702,258.27	12,351,129
12	L	6	10,513,400	3	21,026,800.96	10,513,400
13	M	6	3,376,556	3	6,753,112.65	3,376,556
14	N	6	3,376,556	3	6,753,112.65	3,376,556
15	O	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
16	P	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
17	Q	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
18	R	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
19	S	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
20	T	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
21	U	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
22	V	6	9,013,382	3	18,026,764.57	9,013,382
23	W	24	36,053,529	12	72,107,058.27	36,053,529
24	X	42	63,093,676	21	126,187,351.97	63,093,676
25	Y	66	115,647,205	33	231,294,410.24	115,647,205
26	Z	24	42,053,529	12	84,107,058.27	42,053,529
27	AA	24	42,053,529	12	84,107,058.27	42,053,529
28	AB	18	31,540,147	9	63,080,293.70	31,540,147
29	AC	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
30	AD	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
31	AE	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
32	AF	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
33	AG	12	21,026,765	6	42,053,529.13	21,026,765
34	AH	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
35	AI	12	21,026,765	6	42,053,529.13	21,026,765
36	AJ	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
37	AK	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
38	AL	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
39	AM	6	10,513,382	3	21,026,764.57	10,513,382
40	AN	18	31,540,147	9	63,080,293.70	31,540,147

- Total *Cost Slope* Biaya Normal dan Biaya Percepatan 2 *Shift*

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \text{Biaya Percepatan 2 Shift} - \text{Biaya Normal} \\ &= \text{Rp } 1.361.035.308,00 - \text{Rp } 680.517.654,00 \\ &= \text{Rp } 680.517.654,00 \end{aligned}$$

Dari perhitungan *cost slope* didapatkan bahwa dengan mempercepat menggunakan metode 2 *shift* membuat biaya membengkak dua kali lipat dari biaya normal. Sedangkan untuk percepatan *crash program* tidak terlalu mengeluarkan biaya yang besar. Namun, dengan percepatan 2 *shift* menjadikan proyek tersebut dapat diselesaikan lebih cepat daripada percepatan *crash program*.

4.6.5 Penambahan Biaya Langsung

Selain biaya tenaga kerja, pada pembangunan dermaga ini terdapat beberapa biaya langsung lainnya. Biaya langsung tersebut seperti biaya *engineering design cost*, mobilisasi/demobilisasi alat dan tenaga kerja, serta penyewaan ponton dan *crane* untuk ereksi beton *precast*. Pada ketiga item biaya langsung tersebut sudah ditetapkan biayanya masing-masing oleh pihak terkait. Untuk biaya *engineering design cost* yaitu sebesar Rp 1.290.300.000,00, untuk biaya mobilisasi/demobilisasi alat dan tenaga kerja yaitu sebesar Rp 1.352.000.000,00, dan untuk biaya penyewaan ponton dan *crane* untuk ereksi beton *precast* yaitu sebesar Rp 3.500.000.000,00. Jumlah ketiga item biaya ini adalah sebesar Rp 6.142.300.000,00. Biaya ini dapat ditambahkan dengan biaya tenaga kerja pada perhitungan durasi normal, percepatan durasi *crash program*, serta percepatan durasi 2 *shift* yang telah dilakukan sebelumnya. Seperti yang telah diketahui pada tabel 4.13 mengenai perhitungan biaya tenaga kerja langsung pada durasi normal bahwa total biaya tenaga kerja pada durasi normal adalah Rp 680.517.654,00, sehingga setelah ditambahkan dengan ketiga item biaya diatas akan menjadi Rp 6.822.817.654,00. Selanjutnya perhitungan pada biaya percepatan durasi *crash program*, seperti pada tabel 4.14 bahwa total biaya tenaga kerja pada percepatan ini adalah sebesar Rp 743.114.724,00, sehingga setelah ditambahkan dengan

ketiga item biaya diatas menjadi sebesar Rp 6.885.414.724,00. Yang terakhir adalah perhitungan pada biaya percepatan durasi 2 *shift*. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.15 bahwan total biaya tenaga kerja pada percepatan ini adalah sebesar Rp 1.361.035.308,00, sehingga setelah ditambahkan dengan ketiga item biaya diatas akan menjadi sebesar Rp 7.503.335.308,00.

4.6.6 Analisis Biaya Tak Langsung

Biaya tidak langsung adalah biaya yang berhubungan dengan pengawasan, pengarahan kerja dan pengeluaran umum diluar biaya konstruksi. Biaya ini disebut juga biaya *overhead*. Biaya ini tidak tergantung pada volume pekerjaan tetapi tergantung pada jangka waktu pelaksanaan pekerjaan. Biaya tidak langsung akan naik apabila waktu pelaksanaan semakin lama karena biaya untuk gaji pegawai, biaya umum perkantoran tetap, dan biaya-biaya lainnya juga tetap dibayar. Pada pekerjaan pembangunan dermaga ini terdapat beberapa item yang termasuk dalam biaya tak langsung seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.18. Pada tabel tersebut terdapat 5 item biaya tak langsung dengan total biaya Rp 1.620.950.000,00. Berikut adalah tabel 4.18 mengenai biaya tak langsung pada pembangunan dermaga, yaitu:

Tabel 4.18. Biaya Tak Langsung pada Pembangunan Dermaga (Data Proyek)

No.	Preparation Works	Biaya (Rp)
1	Administrasi, Dokumentasi, dan Pelaporan	122.600.000
2	Pembangunan Direksi Keet dan Gudang Material	428.350.000
3	Pekerjaan Survey Pengukuran dan Pemasangan Bowplank	200.000.000
4	Pemasangan Pagar Pengaman Lokasi	70.000.000
5	Penyediaan Air, Listrik, Fire Extinguisher, dan P3K	800.000.000
total		1.620.950.000

- **Biaya Tak Langsung Setelah dilakukan Percepatan *Crash Program***

Biaya tak langsung setelah dilakukan percepatan *crash program* dapat dihitung dengan rumus (Somantri, 2005):

$$(\text{biaya normal tak langsung/durasi normal}) \times \text{durasi percepatan} \dots \dots \dots (4.5)$$

Sehingga dengan rumus tersebut didapatkan biaya tak langsung setelah dilakukan percepatan dengan metode *crash program* selama 34 hari, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Biaya tak langsung} &= (\text{Rp } 1.620.950.000,00 / 234 \text{ hari}) \times 200 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 1.385.427.350,00 \end{aligned}$$

- **Biaya Tak Langsung Setelah dilakukan Percepatan Durasi 2 *Shift***

Biaya tak langsung setelah dilakukan percepatan 2 *shift* dapat dihitung dengan menggunakan rumus 4.5 diatas. Namun terdapat perbedaan pada jumlah hari percepatannya. Berikut adalah perhitungan biaya tak langsung pada percepatan durasi 2 *shift*, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Biaya tak langsung} &= (\text{Rp } 1.620.950.000,00 / 234 \text{ hari}) \times 117 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 810.475.000,00 \end{aligned}$$

4.6.7 Total Biaya Langsung dan Biaya Tak Langsung

Pada tugas akhir ini terdapat dua perhitungan biaya, yaitu biaya langsung dan biaya tak langsung. Biaya langsung pada tugas akhir ini merupakan pembahasan pada biaya yang dikeluarkan untuk tenaga kerja yang mengerjakan pembangunan konstruksi dermaga serta beberapa tambahan biaya seperti yang dijelaskan pada sub bab 4.6.5. Sedangkan untuk biaya tak langsung pada tugas akhir ini merupakan biaya-biaya seperti yang tercantum pada tabel 4.18. Berikut adalah tabel 4.19 mengenai total biaya langsung dan biaya tak langsung yang dikeluarkan pada pembangunan dermaga, yaitu:

Tabel 4.19 Total Biaya Langsung dan Biaya Tak Langsung

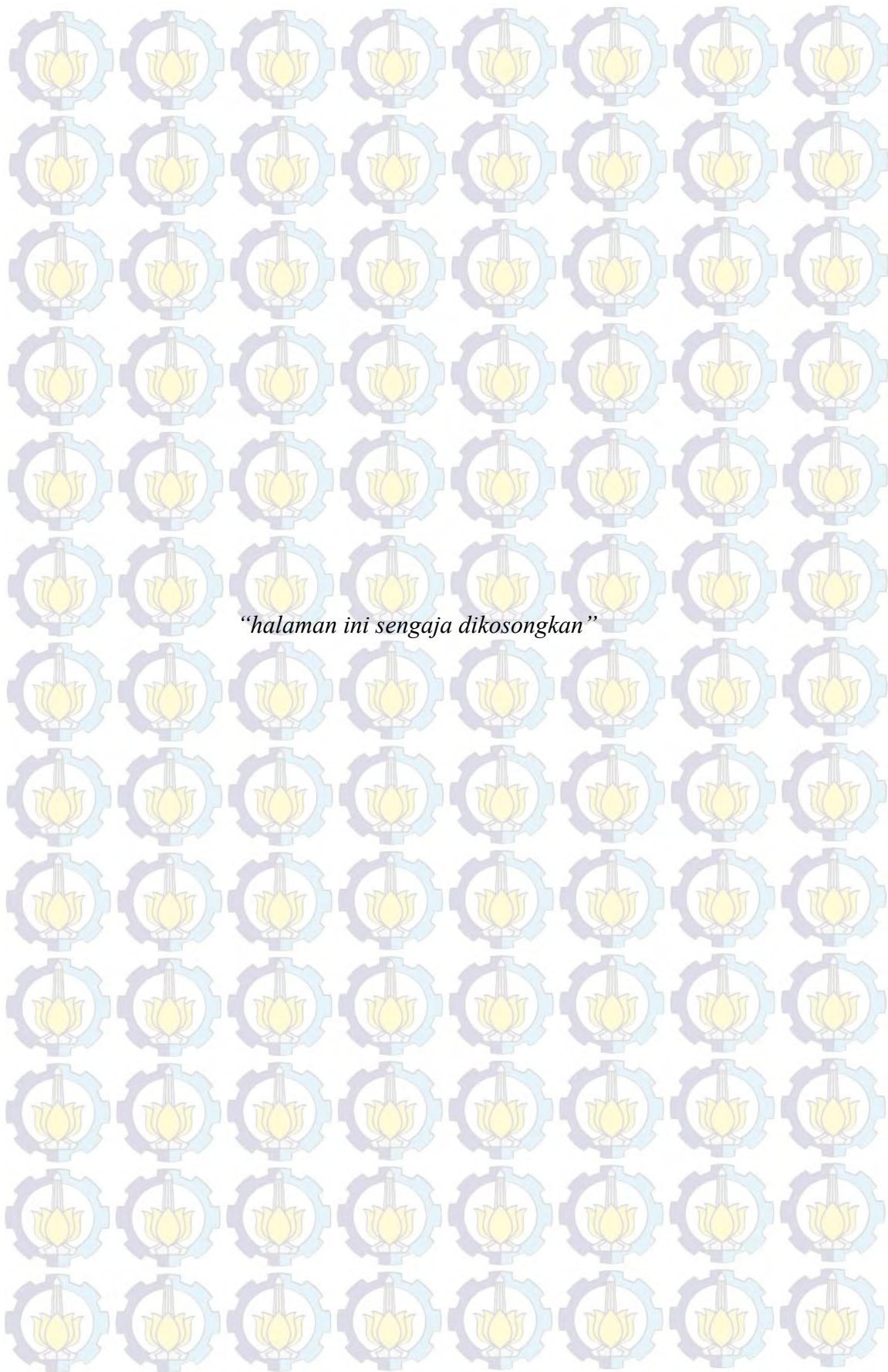
No.	Keadaan	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tak Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
		[1]	[2]	[3]=[1]+[2]
1	Normal	6.822.817.654	1.620.950.000	8.443.767.654
2	Crash Program	6.885.414.724	1.385.427.350	8.270.842.074
3	2 Shift	7.503.335.308	810.475.000	8.313.810.308

Pada tabel 4.19 dapat dilihat jumlah biaya langsung serta biaya tak langsung pada setiap keadaan pengerjaan pembangunan dermaga tersebut. Untuk pengerjaan pada keadaan normal yaitu yang dilakukan selama 234 hari, memiliki total pengeluaran biaya sebesar Rp 8.443.767.654,00. Pada pengerjaan dengan keadaan percepatan *crash program* yang membuat durasi pengerjaan lebih cepat selama 34 hari sehingga menjadi 200 hari, memiliki total pengeluaran biaya sebesar Rp 8.270.842.074,00. Sedangkan pada keadaan percepatan durasi 2 *shift* yang membuat durasi pengerjaan pembangunan lebih cepat setengah dari durasi keadaan normal, yaitu yang awalnya dari 234 hari menjadi 117 hari, memiliki total pengeluaran biaya sebesar Rp 8.313.810.308,00.

Berdasarkan perhitungan pada tabel 4.19, dapat diambil kesimpulan bahwa percepatan durasi yang paling efektif untuk pengerjaan pembangunan dermaga adalah percepatan durasi dengan metode *crash program*. Dengan mempercepat proyek selama 34 hari, pengeluaran biayanya lebih sedikit dibandingkan dengan metode 2 *shift*. Untuk percepatan durasi metode 2 *shift* yang membuat durasi proyek lebih cepat dua kalinya, membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan dengan percepatan *crash program*. Pada tugas akhir ini, biaya percepatan durasi *crash program* lebih murah sebesar Rp 42.968.234,00 dibandingkan dengan biaya percepatan durasi 2 *shift*. Berikut adalah gambar 4.2 mengenai grafik dari hasil perhitungan total biaya antara biaya pada waktu normal, waktu percepatan *crash program*, serta waktu percepatan 2 *shift*, yaitu:



Gambar 4.2 Grafik antara Biaya Normal, *Crash Program*, dan 2 Shift



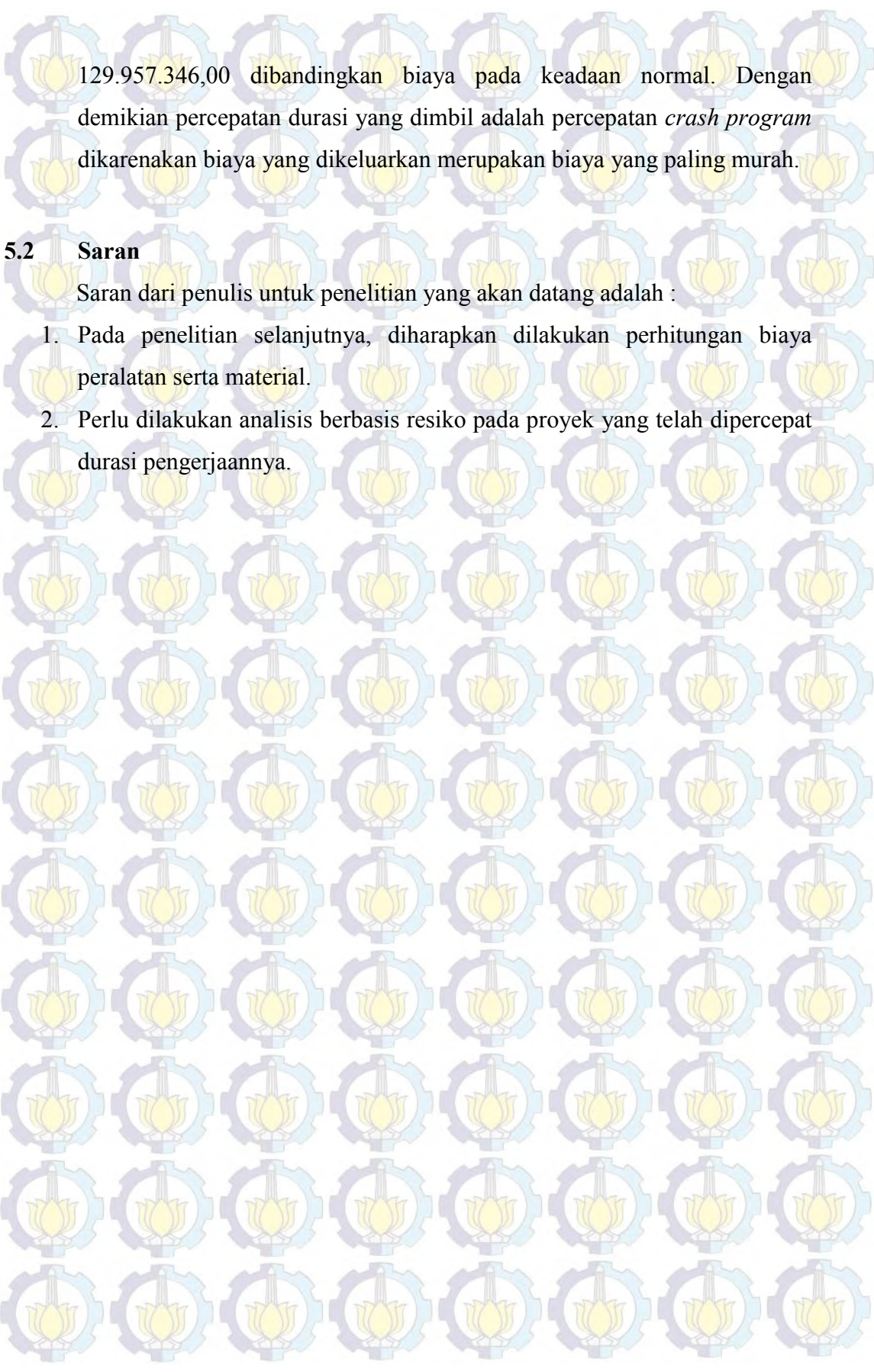
BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis data yang dilakukan pada Bab IV mengenai pengerjaan pembangunan dermaga di PT. Multi Baja Industri Tuban, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. *Network Diagram* yang terbentuk dari penjadwalan pembangunan dermaga di PT. Multi Baja Industri Tuban dapat dilihat pada Lampiran A. lintasan kritis yang terbentuk yaitu lintasan yang melalui kegiatan-kegiatan A-B-C-D-E-F-G-Z-AA-AB-AC-AD-AF-AH-AI-AK-AL-AM dengan total durasi pengerjaan pembangunan selama 234 hari.
2. Mempercepat jadwal pengerjaan pembangunan dermaga memiliki pengaruh terhadap *network diagram*, yaitu:
 - a. Mempercepat durasi pembangunan dermaga dengan metode *crash program* membuat perubahan durasi yang awalnya 234 hari menjadi 200 hari. Namun percepatan dengan metode ini tidak membuat perubahan lintasan kritis kegiatan.
 - b. Mempercepat durasi pembangunan dermaga dengan metode 2 *shift* membuat perubahan durasi yang awalnya 234 hari menjadi dua kali lebih cepat, yaitu menjadi 117 hari. Namun percepatan dengan metode ini juga tidak membuat perubahan lintasan kritis.
3. Dengan pelaksanaan pembangunan konstruksi dermaga selama 234 hari, biaya yang dikeluarkan adalah Rp 8.443.767.654,00. Kemudian setelah dilakukan pemampatan selama 34 hari yang membuat durasi pengerjaan pembangunan dermaga menjadi 200 hari, maka biaya menjadi sebesar Rp 8.270.842.074,00 sehingga dengan demikian biaya ini lebih murah sebesar Rp 172.925.580,00 dibandingkan dengan biaya pada keadaan normal. Sedangkan biaya yang dikeluarkan setelah dilakukan percepatan durasi 2 *shift* adalah sebesar Rp 8.313.810.308,00 sehingga dengan demikian biaya yang dikeluarkan pada percepatan 2 *shift* ini lebih murah sebesar Rp



129.957.346,00 dibandingkan biaya pada keadaan normal. Dengan demikian percepatan durasi yang diambil adalah percepatan *crash program* dikarenakan biaya yang dikeluarkan merupakan biaya yang paling murah.

5.2 Saran

Saran dari penulis untuk penelitian yang akan datang adalah :

1. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan dilakukan perhitungan biaya peralatan serta material.
2. Perlu dilakukan analisis berbasis resiko pada proyek yang telah dipercepat durasi pengerjaannya.



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. *Network Planning* Pembangunan Dermaga Durasi Normal A1

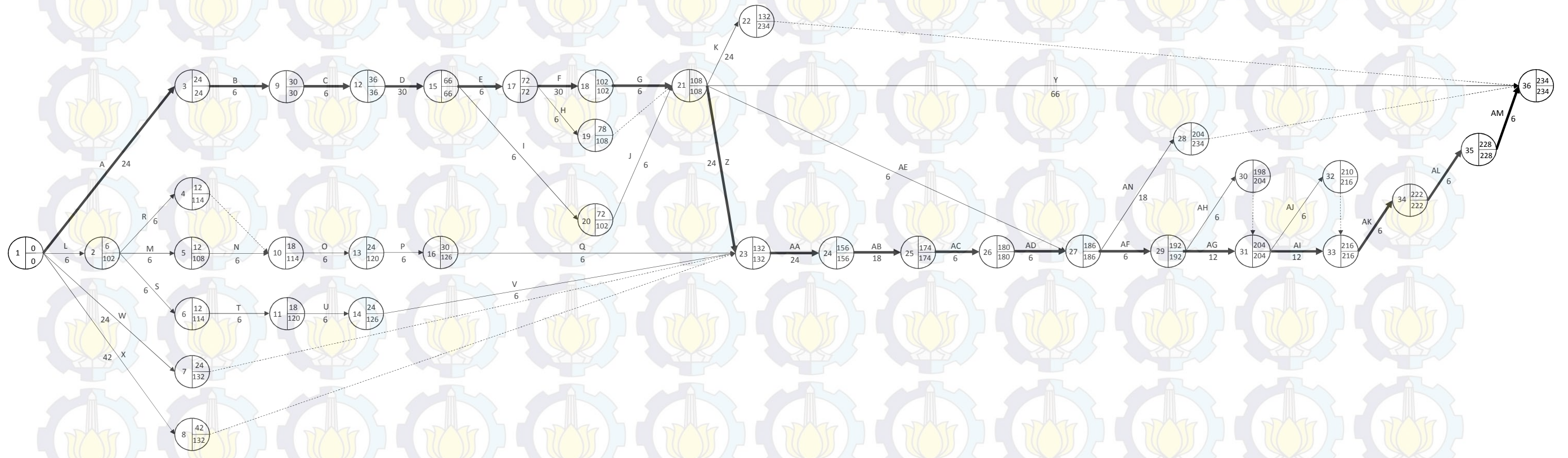
Lampiran B. *Network Planning* Pembangunan Dermaga Skenario Pemampatan
Pertama B1

Lampiran C. *Network Planning* Pembangunan Dermaga Skenario Pemampatan
Kedua C1

Lampiran D. *Network Planning* Pembangunan Dermaga Percepatan 2 *Shift* D1

Lampiran E. Daftar Upah Kerja E1

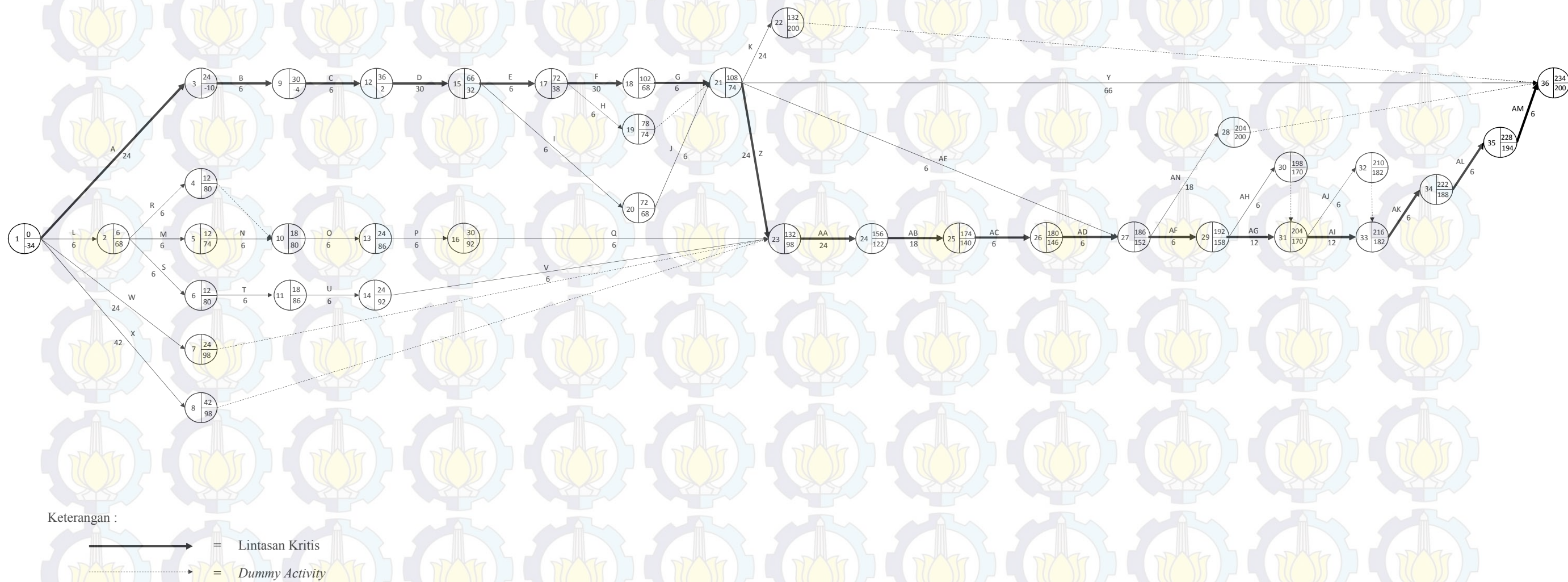
Lampiran A. Network Planning Pembangunan Dermaga Durasi Normal



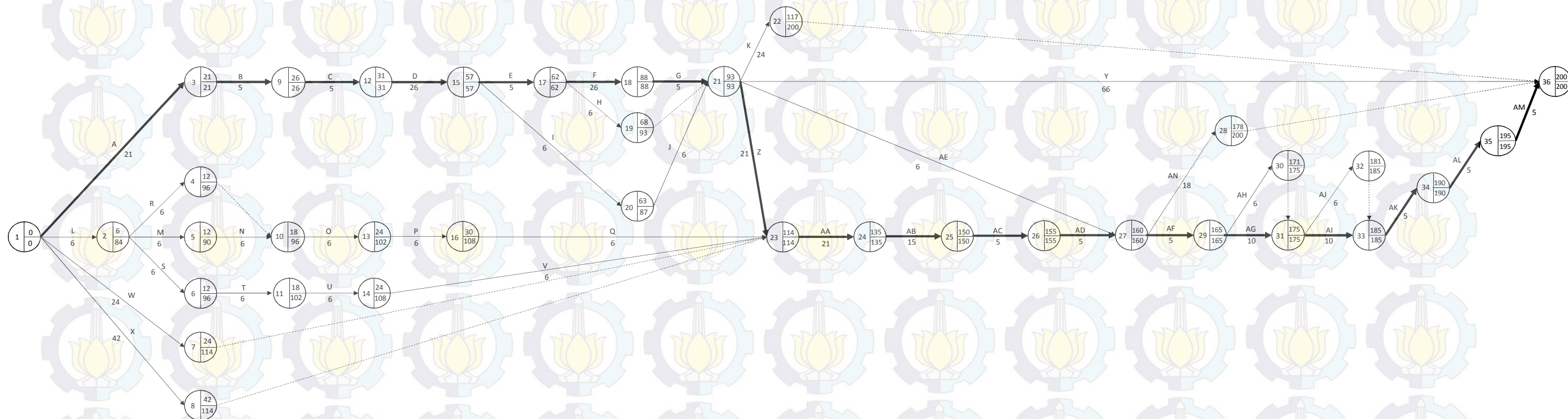
Keterangan :

- = Lintasan Kritis
- - - = Dummy Activity

Lampiran B. *Network Planning* Pembangunan Dermaga Skenario Pemampatan Pertama

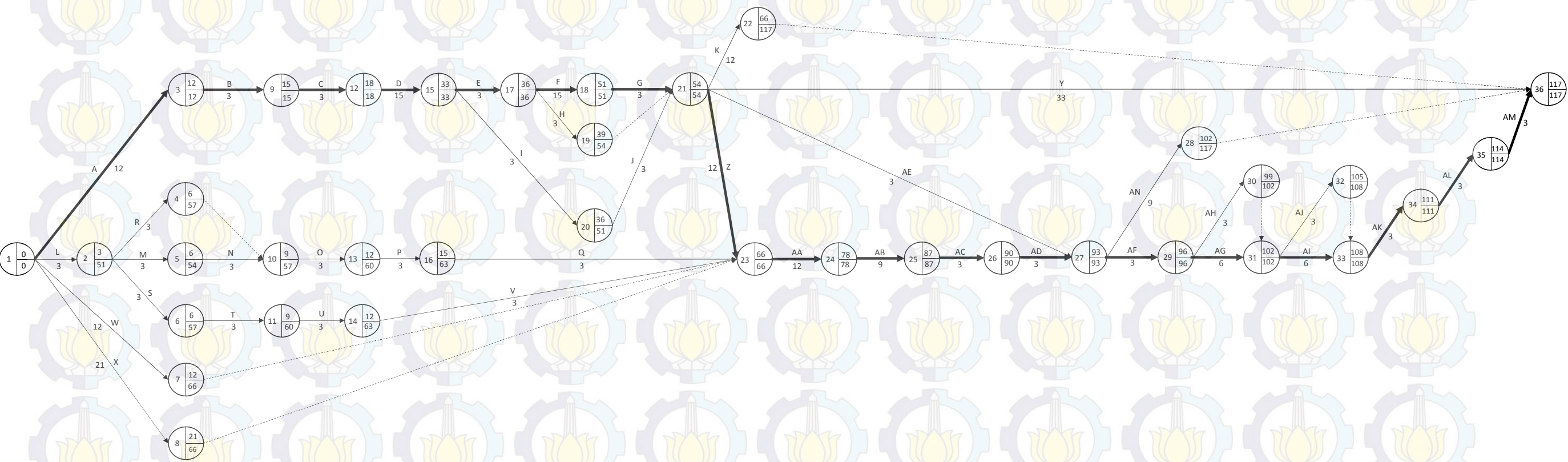


Lampiran C. Network Planning Pembangunan Dermaga Skenario Pemampatan Kedua



Keterangan :
→ = Lintasan Kritis
..... = Dummy Activity

Lampiran D. *Network Planning* Pembangunan Dermaga Percepatan 2 Shift



Keterangan :
→ = Lintasan Kritis
..... = Dummy Activity

Lampiran E. Daftar Upah Kerja (Sumber : PT. Multi Baja Industri)

No.	DAFTAR UPAH KERJA ORANG per HARI		
1	MANDOR	Org / hr	Rp. 64,630
2	KEPALA TUKANG GALI TANAH	Org / hr	Rp. 64,630
3	KEPALA TUKANG BATU	Org / hr	Rp. 64,630
4	KEPALA TUKANG KAYU	Org / hr	Rp. 64,630
5	KEPALA TUKANG BESI	Org / hr	Rp. 64,630
6	KEPALA TUKANG CAT	Org / hr	Rp. 64,630
7	KEPALA TUKANG LISTRIK	Org / hr	Rp. 64,630
8	TUKANG GALI TANAH	Org / hr	Rp. 61,880
9	TUKANG BATU	Org / hr	Rp. 61,880
10	TUKANG KAYU	Org / hr	Rp. 61,880
11	TUKANG BESI	Org / hr	Rp. 61,880
12	TUKANG CAT	Org / hr	Rp. 61,880
13	TUKANG ASPAL	Org / hr	Rp. 61,880
14	TUKANG PLITUR	Org / hr	Rp. 61,880
15	TUKANG LISTRIK	Org / hr	Rp. 61,880
16	PEKERJA TUKANG GALI TANAH.	Org / hr	Rp. 48,129
17	PEMBANTU TUKANG BATU	Org / hr	Rp. 48,129
18	PEMBANTU TUKANG KAYU	Org / hr	Rp. 48,129
19	PEMBANTU TUKANG CAT	Org / hr	Rp. 48,129
20	PEMBANTU TUKANG BESI	Org / hr	Rp. 48,129
21	PEMBANTU TUKANG LISTRIK	Org / hr	Rp. 48,129
22	SOPIR TRUK.	Org / hr	Rp. 24,065
23	PEJAGA API	Org / hr	Rp. 103,134
24	PEJAGA MALAM	Org / hr	Rp. 103,134
25	OPERATOR ALAT BERAT	Jam	Rp. 34,378
26	PASANG GEOTEXTILE	m2	Rp. 2,063
27	HELPER	Org / hr	Rp. 50,000
28	ENGINEER	Org / hr	Rp. 64,630

Note : Berdasarkan Inpres (Instruksi Presiden) No.9 tahun 2013 tentang Kebijakan Penetapan Upah Minimum dalam Rangka Keberlangsungan Usaha dan Peningkatan Kesejahteraan Pekerja serta berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 7 tahun 2013 tentang Upah Minimum, standar Upah Minimum Kabupaten (UMK) 2015 Kabupaten Tuban adalah sebesar Rp 1.575.500,00/bulan.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, T. H. 1992. *Prinsip-prinsip Network Planning* (4th ed.). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Badri, S. 1997. *Dasar-dasar Network Planing*. Jakarta: PT Rika Cipta.

Danniyanti, E. 2010. *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)*. Tugas Akhir. Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro. Semarang.

Frederika, A. 2010. *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung)*. Jurnal Ilmiah. Fakultas Teknik Universitas Udayana. Denpasar.

Kandaw, T. 4 Desember 2013. *Dasar-dasar Network Planning*. <http://planetworking.blogspot.sg/2013/12/dasar-dasar-network-planning.html>

Kerzner, H. 2003. *Project Management: A Systems Approach to Planning Scheduling, and Controlling* (8th ed.). Van Nostrand Reinhold Company.

Lawrence, J., & Pasternack, B. 2001. *Applied Management Science: Modeling, Spreadsheet Analysis, and Communication For Decision Making*. United States of America: John Wiley and Son.

Nurhayati. 2010. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

PMBOK Guide. 2004. *Project Management Institute, A Guide to The Project Management Body of Knowledge*. Pennsylvania.

Rahmadan, U. 2012. *Analisa Waktu dan Biaya Instalasi Machinery dan Electrical Outfitting Pada Pembangunan Landing Craft Utility (LCU) 300 DWT*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.

Rosdianto, M. A. 2014. *Analisa Percepatan Durasi Pengerjaan Proyek Pembangunan Jacket Platform di PT. Meindo Elang Indah*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.

Santosa, B. 2009. *Manajemen Proyek: Konsep dan Implementasi* (First ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.

Soeharto, I. 1995. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga.

Soeharto, I. 1997. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga.

Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga.

Somantri, A. 2005. *Studi Tentang Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Penambahan Ruang Kelas di Politeknik Manufaktur pada PT. Haryang Kuning*. Tugas Akhir. Fakultas Bisnis dan Manajemen Universitas Widyatama. Bandung.

Sunjaya, R. 2014. *Optimasi Percepatan Waktu Instalasi Topside Facilities pada GG New Field Development Project*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.

Taha, H. 1997. *Operations Research*. Jakarta: Bina Rupa Aksara.

Triatmodjo, B. 1996. *Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Widyatmoko, Y. 2008. *Analisa Percepatan Waktu Menggunakan Metode Crashing pada Kegiatan Pemancangan di Proyek Dermaga 115 Tanjung Priok dengan Aplikasi Program PERTMaster*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Indonesia. Jakarta.